ELEMENTA
PHILOSOPHIÆ

In Adolescentium usum

EX PROBATIS AUCTORIBUS

ADORNATA

A F. LAURENTIO ALTIERI

MIN. CONV.

In Patrio Ferrariensi Lyceo Sacræ Theologiæ Publico Professore.

TOMUS SECUNDUS:

IN QUO TRADUNTUR

Philosophiæ Prolegomena, Elementa Logica, & Elementa Metaphysicæ.

Editio undecima Veneta ab Auctore recognita, novisque additionibus illustrata.

VENETIIS, MDCCCV.

TYPIS ANTONII ZATTA.

Superiorum Permissu.

IN PHYSICAM

PROŒMIUM.

1. D*Efinitiones*. Ea Philophiæ pars, quæ rerum corporumque omnium in hoc universo existentium naturam, ac proprietates expendit, *Physica* appellatur a græca voce *Physin*, quæ *naturam* significat. Est itaque Physicæ munus rerum omnium, quæ mundi sensibilem constituunt compagem, principia, caussas, vires, actiones, effectus, adfectionesque inquirere, atque contemplari; hinc tam ampla Philosophiæ pars *naturæ scientia* dici consuevit, sumpto *naturæ* vocabulo pro universo ipsumque componentibus corporibus.

2. Physica, quæ Universum, sive corpora generatim considerat, *Physica Generalis* audit: *specialis* autem vel *particularis*, quæ universi partes, ac peculiares corporum species rimatur. Particularis Physica pro objectorum varietate diversa sortitur nomina: v. g. dicitur *Astronomia*, quæ cœlum, *Aerometria*, quæ aerem, *Anatomia*, quæ humanum corpus examinat.

3. Physica, vel puro ratiocinio absolvitur, ut Physica Scholasticorum, & speculativa vocitatur; vel in rationis subsidium advocat experimenta, ac observationes, & *experimentalis* appellatur. Tandem, cum notas corporum vires ad humanos usus, vitæque emolumentum applicat, *practica* audit.

4. *Phænomenon* dicitur omne id, quod sensibus objicitur, nempe sunt phænomena actiones omnes, vel passiones, quas in corporibus ope sensuum detegimus.

5. *Experimenta* vocamus effectus a corporibus productos, cum eos tentandi caussa unum corpus ex industria alteri applicamus, veluti si magneti ferrum opposuero, magnetis attractionem ab experimento deducatur.

6. *Observationes* dicuntur quicumque naturales effectus, qui nostris oculis sponte exhibentur, absque eo quod ad eorum productionem quidquam operemur, ut cum Planetarum eclipses, adhibitis etiam, si libuerit, instrumentis, exploramus.

7. *Naturæ leges* sunt quædam regulæ a Supremo Opifice stabilitæ, juxta quas, datis certis conditionibus, debent determinata phænomena accidere.

AXIOMATA PHYSICA.

8. I. *Ex nihilo nihil fit*; nempe nihil potest ullius rei esse caussa; hinc nullum agens creatum potest ex nihilo aliquid elicere.

II. *In nihilum nihil reverti potest*: nullum scilicet agens creatum quit rem ad nihilum deducere. Utrumque axioma complexus fuit Persius (versiculo 84.): *de nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti*.

III. *Quilibet effectus pendet ab aliqua caussa*.

IV. *Quilibet effectus antequam existat, continetur in sua caussa, vel æquali, vel eminentiori modo*.

V. *Quilibet effectus est semper suæ caussæ adæquate proportionalis*.

VI. *Universi Conditor omnium rerum corporearum congeriem determinatis legibus moderatur*.

REGULÆ PHILOSOPHANDI.

9. Universa philosophandi ratio a quatuor legibus potissimum dependet: tres primas assignabimus ex Nevvtono, quartam ex Leibnitio.

10. Reg. I. *Caussæ rerum naturalium non plures admitti debent, quam quæ & veræ sint, & phænomenis explicandis sufficiant*: nempe, ut ait Calandrinus (*in Comment. ad principia Nevvt. lib. 3.*): *Si velimus cum evidentia, ac certitudine philosophari, omnes hypotheses negligendæ nobis sunt: hypothesis enim, si legitima est, caussæ quidem possibilitatem, minime vero existentiam adstruit, cum effectus idem*

idem pluribus modis produci possit. Hoc autem non ita accipias, ut omnes prorsus hypotheses sint a Philosophia eliminandæ: nam, ut idem ait Cl. Auctor: *Ubi certitudinis obtinendæ ab experimentis, & inde mathematica via procedendæ spes non effulget, hypothesibus particularibus uti licet ad veritatem novis experimentis indagandam, quemadmodum Astronomi varias adhibuerunt hypotheses, ut phænomena cœlestia prædicere & accuratius observare, atque ita veras eorum caussas conjectando investigare possent*.

11. Reg. II. *Effectuum naturalium ejusdem generis eædem sunt caussæ*. Hæc Regula non est universaliter vera: nam, ut observat Orlandus (*in adnotationibus in physica Musschembrockii*), *eumdem effectum ex pluribus caussis oriri posse indubia res est: idem ex. gr. indicis horarii motus in horologio automato vel ab appenso pondere, vel ab intus concluso elatere, vel ab impetu diffluentis aquæ, vel ab aliis etiam caussis fieri potest*. Hinc, ad assignatæ nevvtonianæ regulæ indubiam veritatem hoc apposuit additamentum Cl. P. Boscovich: *modo ratio nulla in contrarium sit, quæ plures diversas caussas exposcat*.

12 Reg. III. *Qualitates corporum, quæ intendi, & remitti nequeunt, quæque corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum sunt habendæ*. Ut hujus regulæ sensus rite intelligatur, distingui debent corporum qualitates, sive proprietates, nempe *universales*, & *peculiares*; primæ sunt, quæ omnibus omnino corporibus competunt, veluti *extensio*, *figura*, *divisibilitas*, *mobilitas* &c. Secundæ sunt, quæ nonnullis tantummodo corporibus conveniunt, veluti *pelluciditas*, *opacitas*, *calor*, *frigus* &c. Rursus universales adfectiones corporum aliæ sunt *essentiales*, idest a corpore inseparabiles, ut *figura extensio*, *divisibilitas* &c. aliæ *accidentales*: sine quibus esse potest corpus; ut *porositas*, *gravitas* &c. Itaque, cum omnia nobis nota corpora certas qualitates habere per experimenta novimus: insuper hæ detectæ quali-

litates incrementi, ac decrementi, sive intensionis, ac remissionis sint incapaces, ubi eadem perstet materia, habendæ erunt pro essentialibus, ac propterea pro universalibus corporum proprietatibus. Si tamen qualitates omnibus quidem nobis notis corporibus conveniant, intendi tamen, ac remitti possint in eadem materia pro diversis circumstantiis, veluti gravitas, elasticitas, porositas &c., erunt quidem habendæ pro universalibus, non tamen pro essentialibus, sed pro accidentalibus. Hoc sensu explicata nevvtoniana lex & Physicæ maximo usui esse poterit, & facili negotio eximetur a scrupulis, quos in ejus veritatem movet Celestinus Cominales (*in 2. parte Antinovvtonianismi cap. 2.*).

13. Reg. IV. *Quidquid existit, illud cognoscit rationem sufficientem suæ existentiæ, & cur ita potius, quam aliter existat.* Hac utemur regula ad eas effectuum caussas stabiliendas, in quibus proportio, ac virtus ad tales effectus appareat.

PHYSICÆ GENERALIS
PARS I.

De Corpore generatim sumpto, ejusque Principiis, & Adfectionibus.

14. CUM *primum videndum unicuique esse an sit, deinde vero quid sit*, optime doceat D. Augustinus, necesse foret in ipso Physicæ vestibulo corporum existentiam adversus Idealistas stabilire, antequam ad eorum naturam, principia, & adfectiones evolvendas accedamus. Verum quia corporum existentia fuit a nobis alibi vindicata (*Logic. n.* 195): idcirco ea supposita ad corporum examen transeuntes, Generalem Physicam in duas partes tribuimus, in quarum prima de corporum essentia, principiis, ac universalibus adfectionibus; in altera vero de gravium tum fluidorum, tum solidorum motu disputabimus.

CA-

CAPUT I.

De Essentia physici Corporis generatim sumpti.

15. DEfinitiones. *Corpus physicum* est substantia natura sua impenetrabilis, extensa in longum, latum, & profundum, figurata, divisibilis, iners, ac mobilis.

16. *Scholion. Latum discrimen statuendum est inter corpus physicum, ac mathematicum: nam hoc secundum dicit puram vacuam dimensionem in longum, latum, profundum (Geom. n. 12): primum vero importat dimensionem impenetrabilem, sive resistentem, ac in partes actu divisibilem, quibus adfectionibus caret corpus mathematicum.*

17. *Essentia* est id, per quod res est id, quod est (*Ontol. n.* 26) sive illud primitivum attributum, quod in ente concipitur tamquam fons, ex quo cætera, quæ ipsi conveniunt, diffluere intelliguntur.

18. *Animadversio.* Inter Physicos quæstio vertit, in quonam attributo physici corporis essentia sit statuenda: sive quodnam sit illud attributum, quod primum accipimus in corpore tamquam radicem, ex qua dimanant cæteræ omnes corporis essentiales adfectiones (*n.* 17).

Opiniones Philosophorum.

19. *Renatus Cartesius de corporum essentia hæc habet* (Part. 2. Princ. n. 4): naturam materiæ, sive corporis in universum spectati non consistere in eo, quod sit res dura, vel ponderosa, vel colorata, vel alio aliquo modo sensus afficiens; sed tantum in eo, quod sit res extensa in longum, latum, & profundum. *Gassendus cum Athomistarum schola corporis naturam in soliditate, sive impenetrabilitate statuendam esse contendit, quam opinionem & Scholastici plures amplexi sunt. Alii in partium pluralitate, sive divisibilitate eam collocarunt. Alii tandem in aliis attri-*

butis, vel in quorumdam attributorum exigentia, puta in exigentia impenetrabilitatis, aut extensionis &c.

PROPOSITIO I. *Corporis physici essentia constituenda non est in actuali extensione, sive trina dimensione.*

20. *Probatur*. Essentia uniuscujusque rei debet omnibus, ac solis ejus individuis convenire (*Logic. n. 68, & 69*): atqui trina dimensio nec omnibus, nec solis convenit corporibus, ergo &c. Pr. min. Primo incertum est, utrum corporea zenonistica puncta inextensa habeantur in rerum natura, ergo incertum quoque est, num extensio competat corporibus. Secundum incertum est num corpus actuali extensione carere possit, non enim desunt, qui Christi corpori sub eucharisticis speciebus existenti omnem actualem extensionem denegant, ergo extensio absque controversia non omni physico corpori convenit. Sed neque convenit solis corporibus: nam spatium, quod juxta Recentiores pene omnes existit, vel saltem existere potest, est extensum, neque tamen est corpus, ergo &c.

21. Pr. 2. Essentia rei est id, quod primum concipitur in ipsa tamquam fons, ex quo cætera, quæ rei constanter conveniunt, diffluere intelliguntur (*n. 17*); sed extensio non est primum corporis attributum, cum ideo corpus extensum sit, quia ejus partes, utpote solidæ, nequeunt in unum spatii punctum coire, adeoque extensio est soliditatis effectus. Similiter non est fons, unde alia attributa diffluant: nam soliditas, inertia, mobilitas, gravitas nihil commune habent cum extensione, nullamque præseferunt cum ipsa connexionem; ergo trina dimensio respectu physici corporis non habet veræ essentiæ characteres.

22. *Corollarium*. Divisibilitas non est essentia physici corporis: tum quia certo non constat omnia

omnia corpora esse divisibilia (*n.* 20): tum quia divisibilitas profluit ab extensione.

Audiuntur Cartesiani.

23. Opp. 1. Quo posito intelligitur corpus, quo sublato corpus non amplius intelligitur, est essentia ipsius corporis: atqui talis est extensio, ergo &c. Minorem probant tum ex idea, quam habemus de corpore, quæ est idea dimensionis; ea enim sublata cessat notio corporis: tum a testimonio D. Augustini in lib. de anima n. 6, alias cap. 4.

24. R. distinguo min. talis extensio &c. si loquamur de corpore mathematico, concedo: si loquamur de corpore physico, nego min. & conseq. Intelligunt enim extensionem sine corpore physico, qui vacuum admittunt, & corpus sine extensione, qui puncta zenonistica agnoscunt (*n.* 20). Cæterum cum omnis notitia, quam habemus de corpore physico, fuerit a nobis sensuum ope acquisita, sensibus autem nonnisi extensa objiciantur, ratio patet cur difficulter corpus sine extensione, ac extensionem sine corpore concipiamus. Itaque concedemus argumentum de idea corporis sensibili, ad quam respexit laudatus Augustinus. Interim notare libet ex hoc nihil moliri Cartesianos; posset enim eodem jure constitui essentia corporis in divisibilitate, figurabilitate, soliditate, cæterisque essentialibus adfectionibus, cum his sublatis cesset in nobis corporis idea (*n.* 12).

25. Opp. Illud attributum est essentia corporis, per quod corpus a spiritu differt: at talis est extensio, ergo &c. Prob. min. Spiritus est substantia cogitans, ac propterea cujuslibet extensionis expers (*Metaph. n.* 165): ergo per extensionem corpus differt a Spiritu.

26. R. dist. maj. si hoc attributum habeat veræ essentiæ characteres conc. secus nego &c. Etiam per soliditatem, figuram, divisibilita-

 tem,

tem, cæterasque essentiales adfectiones corpus a spiritu discriminatur, quia nempe sunt, hæc primaria attributa corporis quæ spiritui convenire nequeunt.

27. Opp. 3. P. Gerdillus (*Immortalité de l'ame p. 4*). Extensio est primum materiæ attributum, unde omnes adfectiones ejus dimanant, ergo est ejus essentia (*n.* 17). Prob. ant. primo de soliditate. Nequit idem corpus esse in eo loco, in quo aliud existit, quia est de idea corporis implere locum suæ superficiei æqualem, sive commensurari loco, quem occupat: atqui corpus loco commensuratur ratione suæ extensionis, ergo est impenetrabile ratione extensionis. Revera, si pes cubicus materiæ loco commensurari debet, proculdubio nequit idem locus ab altero simul pede materiei cubico occupari, tunc enim duo pedes materiæ cubici efficerent unum tantummodo pedem, quod implicat. Igitur impenetrabilitas ab extensione dimanat. Similiter partium distinctio est ab extensione: nam in extenso concipere possum sphæram, quæ ibi est, distinctam a superficie ambiente; hinc divisibilitas diffluit, figura, ac mobilitas, cum sphæra quam in cubo concipio, mihi exhiberi nequeat, quin circa suos axes revolvi posse evidenter cognoscam. Igitur extensio est radix omnium primitivarum materiæ proprietatum, adeoque est essentia corporis.

28. R. nego ant. ad cujus probationem quamvis fateamur pene omnes indicatas a Gerdillo materiæ adfectiones ab extensione proficisci, id tamen de soliditate omnino negamus (*n.* 21). Quæro enim ab adversario: cur de idea corporis sit, loco, quem occupat, commensurari, sive implere locum suo volumini æqualem? Non alia sane de caussa, nisi quia partes exigunt esse extra partes. At quare id exigunt? certe quia utpote solidæ, ab eodem loco se repellunt. Est ergo evidens, extensionem profluere a soliditate, atque ex hac fit, ut duo pedes

pedes materiæ cubici nequeant unum spatii pedem occupare, quia tunc partes utriusque pedis non se excluderent, sicuti exigit impenetrabilitas. Sunt & aliæ corporum adfectiones; puta *inertia*, *gravitas*, *quiescibilitas &c.* quæ nullam præseferunt cum extensione connexionem. At ab ea, si forent corporis essentia, necessario dimanare deberent; quemadmodum, inquit Muschembroekius, ex natura trianguli, & circuli fluunt omnes harum figuratum proprietates. Ex quo igitur una, vel altera adfectio extensionem consequatur, inferri nequit eam constituere essentiam corporis; quæ radix esse debet proprietatum omnium, nulla prorsus excepta.

PROPOSITIO II. *Actualis Impenetrabilitas non est vera physici corporis essentia.*

29. *Probatur*. Nam essentia rei est ita ipsius propria, ut nequeat illa privari: at corpora physica possunt ad Dei nutum compenetrari, adeoque impenetrabilitate expoliari, ergo &c. Deinde nulla apparet connexio plurium corporum adfectionum, puta inertiæ, gravitas &c. cum impenetrabilitate, a qua tamen, veluti a fonte diffluerent, si foret vera essentia corporis, ergo &c.

PROPOSITIO III. *Exigentia Impenetrabilitatis non constituit physici corporis naturam.*

30. *Probatur*. Primo: inauditum est alicujus rei actu existentis naturam non in actuali attributo, sed in quadam attributi exigentia consistere. Deinde hæc exigentia nihil aliud est, quam nisus, atque conatus occupandi locum impenetrabiliter: sed hic nisus, conatusque subjectum supponit, quod nisum exerceat, sive corpus supponit in esse corporis constitutum; ergo non est ejus essentia. Tandem numquam ostendent adversarii omnes nobis notas corporis adfectiones ab ejus soliditate diffluere.

Solvuntur Objecta .

31. Opponit Fortunatus a Brixia : (*Phil. sens.* 1, 1. *n.* 21). Impenetrabilitas omnibus, ac solis competit corporibus, ergo ejus exigentia erit essentia corporis.

32. R. Ex allato antecedente hæc fluit consequentia: ergo impenetrabilitatis exigentia est attributum essentiale corporis. Revera gravitas, divisibilitas &c. omnibus, ac solis conveniunt corporibus, & tamen per Adversarium non sunt essentia, sed essentialia corporis (*n.* 12)

33. Opp. 2. A soliditate tamquam a radice omnes dimanant corporum proprietates, ergo &c.

34. R. Nego antec. Plures namque sunt adfectiones corporis, veluti *gravitas*, *inertia*, quæ nullam præseferunt cum impenetrabilitate connexionem.

35. Inst. Corpus est extensum, quia impenetrabile (*n.* 21): est autem divisibile, mensurabile, figurabile, quia extensum (*n.* 27): ergo omnes corporis adfectiones ab impenetrabilitate dimanant.

36. R. Nego conseq. Nam sunt & aliæ proprietates. veluti *gravitas*, *inertia*, *mobilitas &c.* quas numquam ostendent adversarii a soliditate originem ducere.

37. *Corollarium*. Vera physici corporis essentia est ignota; patet ex falsitate omnium opinionum, de quibus supra (*n.* 20, 22, 29, 30). Addit Musschenbroekius id colligi etiam ab experientia. Si enim nobis nota foret physici corporis essentia, possemus effectus plures determinare a priori; hoc est per suam caussam, idest essentiam; sicuti ex nota trianguli, ac circuli natura deducunt plurima Mathematici. Verum a priori scimus de corporibus nihil, neque eorum unus, qui corporis essentiam determinare præsumpsit, potuit hactenus aliquid umquam a priori in corpore detegere, aut aliquos nondum per experientiam, & observationem detectos effectus prædicere. Latet ergo vera

ra essentia corporis. Neque inde inferas ignorari a nobis debere omnes corporis proprietates, ubi lateat eorum fons, sive existentia; siquidem adfectionum plures possunt nobis innotescere a posteriori, sive a suis effectibus, & phænomenis inde prodeuntibus. Hoc certe tantummodo argumentandi genere, quæ novimus attributa corporis, detegerunt Philosophi.

CAPUT II.

De Corporum naturalium Principiis.

38. D*Efinitiones. Principii* nomine intelligimus partes, sive elementa; quæ rem intrinsece componunt, quo sensu acceptum principium dici solet *principium compositionis*.

39 Cum singula universi corpora partibus aliquo modo componantur, propterea vocantur a physicis *composita naturalia*.

40. Partes componentes rem quampiam, vel ejus constituunt essentiam, veluti anima, & corpus constituunt essentiam hominis, & dicuntur partes *essentiales*, vel constituunt accidentalia corporis, puta *magnitudinem, figuram &c*, & vocantur partes *integrales*. Rursus, vel ejusdem naturæ sunt, & appellantur *homogeneæ*; vel diversa præditæ sunt natura, & dicuntur *heterogeneæ*.

41. *Creatio* est eductio rei ex nihilo tum certi, tum præexistentis subjecti. *Annihilatio* ex adverso est destructio rei in nihilum.

42. *Generatio* fit, cum ex uno naturali composito aliud plane diversum producitur; veluti cum ex ligno ignis producitur. *Corruptio* ex adverso fit, cum compositum destituitur, ac mutatur in aliud, sive una substantia in aliam transit.

43. *Alteratio* habetur, cum manente eadem substantia fit mutatio accidentium, ut si eadem aqua fiat calida, vel frigida, idem lignum fiat sphæricum, vel cubicum.

44. *Hypoth.* Quodlibet corpus duobus componi debet principiis. Si enim uno tantum componeretur principio, foret naturæ viribus possibilis creatio, & annihilatio, quod nefas (*n.* 8). Fac enim lignum convertatur in ignem per combustionem: si nullum foret in ligno principium, quod transiret in ignem, jam ignis produceretur ex nihilo sui, & præexistentis subjecti, adeoque crearetur (*n.* 41); lignum pariter abiret in nihilum, propterea annihilaretur (*n.* 41). Datur ergo unum principium ingenerabile, ac incorruptibile, quod ab uno destructo corpore in aliud transit, quodque corporibus omnibus commune est. Sed corpora pleraque ad diversas species, ac substantias spectant, ergo aliud agnoscendum est principium peculiare specierum, ergo duo sunt admittenda principia corporum constitutiva. Principium commune corporibus omnibus vocatur *materia*: alterum peculiare specierum dicitur *forma*. Hactenus mira Physicorum consensio. Nunc investiganda utriusque principii vera natura.

Opiniones Philosophorum.

45. *Corporum elementa, sive principia a variis Philosophorum sectis assignata ad tres classes referuntur: nempe ad principia* metaphysica, *quæ non cadunt sub sensus, sed per abstractas mentis ideas explicantur: ad principia* sensibilia, *sive* visibilia *quæ sensibus percipimus: ad principia* mechanica, *id est minutissima materialia corpuscola vario plexu colligata.*

Systemata Principiorum Metaphysicorum.

46. *Inter Philosophos, qui corporum elementa* metaphysica *propugnarunt, primum recensendi sunt Socrates, & Plato, qui, referente Diogene Laertio, tria dixerunt esse corporis principia. nempe* Deum, materiam, *atque* ideam. *Deus itaque juxta hos Philosophos totius mundi anima ex indigesta, ac informi omnium rerum materia formas eduxit, ac diversas composuit corporum species, quæ suæ mentis æternis ideis, veluti exemplaribus exactissime responderent. Ita Platonis mentem exponunt benigniores ejus interpretes, eamque vindicant a calumniis Aristotelis, qui per ideas platonicas entitatulas intellexit a mente Dei distinctas* (lib. 1 Metaphys. cap. 6): *quamvis non desint, qui Aristoteli omnem volunt in hac re fidem habendam, quos inter Bruckerius* in Hist. phil. doctr. de ideis sec. 4, ad §. 5).

57. *Pythagoras quoque tria distinxit elementa corporum,* Deum, materiam, & numeros. *Deus nempe est principium extrinsecum, sive caussa, quæ materiæ massam creavit, pro cujus vario numero, sive varia relatione, situ, proportione, multitudine, ac ordine fiunt diversæ corporum species.*

48. *Tandem Aristoteles, ejusque asseclæ Peripatetici tria docent esse materiæ principia* materiam, formam, & privationem. *Materia prima ab Aristotele* (lib. 7. Metaph. cap. 8.) *definitur* per seipsam neque quid, neque quale, neque quantum, nec aliud quidpiam eorum, quibus determinatur ens: *nempe interpretantur ejus gregales, materiam esse* semisubstantiam *nulla forma præditam, nec ad ullam rerum speciem spectare; sed esse primum subjectum capax formarum, & mutationum omnium, ad quas successive transit. Forma vero ab eodem Aristotele definitur* actus primus substantialis unum per se cum materia constituens: *scilicet quædam* semisubstantia *a materia omnino distincta, quæ ab ejus sinu educitur, in ipsa recipitur, eam ad unam determinat corporis speciem, & cum ea unum efficit compo-*

situm

situm substantiale ab aliis diversa forma donatis essentialiter distinctum.

49. *Nunc accipe, quomodo fiat compositi naturalis generatio: in ligno v. g. duo sunt principia, sive duæ* semi substantiæ, *quæ integram componunt ligni substantiam; nempe materia, (quæ omni forma nunquam expoliari naturæ viribus potest) & forma ligni. Si ligno ignis applicetur, nullum quidem recipit detrimentum materia, quæ est ingenerabilis, & incorruptibilis: sed forma paullatim tabescit, atque corrumpitur: interim sensim succedit forma ignis a materia educta, sicque exurgit novum compositum, in cujus generatione cum materia transeat a negatione formæ ignis ad ipsam recipiendam; hinc tertium admisit Aristoteles principium, nempe* privationem, *non quatenus privatio componat corpora, sed quatenus in eorum productione necessario intervenit: hinc* materiam, & formam *Peripatetici vocant principia corporis* in facto esse: materiam, formam, *ac* privationem *principia corporis* in fieri. *Præter substantiales formas agnoscunt Scholastici accidentia, sive qualitates absolutas accidentales, veluti entitatulas a corporibus separabiles, iisque superadditas: hujusmodi sunt* calor, frigus, fluiditas, gravitas &c.

Systemata Principiorum Sensibilium.

50. *Nullum inter veteres Philosophos communius systema, quam, quod pro corporum materia principia statuit sensibilia, licet in eorum numero, & natura assignandis dissentirent scholarum Principes. Nam ex sola aqua componi corpora censuit Thales Milesius; ex terra vero Pherecydes Syrus. Ignem commune corporum elementum dixit Heraclitus, aerem Anaximenes cum Diogene Apollinate. Alii vero duo, vel etiam omnia vulgaria elementa pro materia corporum propugnarunt. Nam Xenophanes terram simul cum aqua: Hyppon ignem, & aquam; Enipodes ignem, & aerem; Archelaus terram, aquam, & aerem; Zeno, & Empedocles, cum Stoicis quatuor simul elementa terram, aquam, aerem, & ignem principiorum loco posue-*

suerunt, unde Elementaristæ *dicti fuere, quorum systema nostra ætate amplexi sunt Maignanus, Honoratus Fabri; & Petrus Pacat.*

51. *Nobiliora sensibilia principia agnoscit agmen* Chymicorum, *qui etiam* Alchimistæ, Empirici, Hermetici, & Spargirici *alio nomine nuncupantur, Recentiorum etiam laboribus, & suffragiis honestati. Contendunt porro Alchimistæ, singula mixta perfecta, ex quinque substantiis tamquam materia coalescere, quorum nomina sunt* mercurius, sulphur, & sal, *quæ principia* activa; flegma, *sive* aqua, & caput mortuum, *sive* terra damnata, *quæ principia* passiva *judicantur; in hæc enim omnia abire corpus quodcumque, cum ignis ope rosolvitur, experti sunt Chimici.*

52. *Nomine* mercurii *intelligunt Alchimistæ, subtilissimam, vividissimamque substantiam, a qua intestini corporum motus oriuntur.* Sulphur *est substantia quædam pinguis, & oleaginosa, per se primo odora, a quo corpus recipit esse inflammabile.* Sal *est corpus rigidum, per se primo sapidum, & aqua solubile, à quo multiplex saporum genus originem habet.* Aqua *est substantia fluida, maxime humida, inodora, insipida, ac prorsus iners. Tandem* caput mortuum *est substantia crassa, arida, fixa, insipida, ac prorsus iners. Hæc ergo elementa sunt cujuscumque mixti materia; ex diversis autem horum elementorum quantitate, plexu ac commixtione tota oritur corporum varietas, sive specierum, ac qualitatum diversitas.*

Systemata Principiorum Mechanicorum.

53. *Ut a Veteribus ordiamur, celebris est* Panspermia, *vel* Homeomeria *Anaxagoræ, quam elegantissime descripsit Lucretius* (de rerum nat. l. 1.). *In hoc porro systemate corpora quælibet ex similaribus particulis componuntur: nempe singulæ rerum species ex ejusdem speciei propriis elementis augmentantur: v. g. ossa fiunt ex minutis ossibus: sanguis ex coeuntibus sanguinis guttis; aurum ex aureis*

micis

micis &c. Harum similarium partium semina omnibus corporibus recondi finxit Anaxagoras, v. g. in pane ossium, sanguinis &c. similares particulæ velusi semina reperiuntur: hinc particularum similitudo homeomeria; *omnium vero disseminatio per quælibet corpora* Panspermia *ab ipso vocabatur*.

54. *Sed longe illustrius est systema* corpusculare, *sive* athomisticum, *quod a Mosco, ut ajunt, Phœnicio multo ante trojana tempora excogitatum, Pythagoræ, Thaletis, Platonis, Leucippi, Democriti, & Epicuri scholas occupavit, nostrisque temporibus Gassendi labore castigatum, pene innumeros nactum fuit sectatores. Duo sunt in hac theoria rerum principia, scilicet* plenum, *&* vacuum. *Plenum accipitur pro athomis, sive corpusculis insecabilibus ob ingentem eorum duritiem. Hæ athomi juxta veteres sunt infinitæ, æternæ, improductæ, ac fortuita mundi caussa, juxta Recentiores autem sunt numero finitæ, figura, ac magnitudine inter se diversæ. Ex earum multiplici combinatione oriuntur diversæ corporum species, unde* mens, mensura, quies, motus, positura, figura, sunt cum materia cunctarum exordia rerum. *Confert etiam plurimum ad corporum varietatem vacuum, quod propugnant Athomistæ, non tamquam principium intrinsecum corporis, sed veluti necessarium ad diversas corporum adfectiones explicandas.*

55. *Huic systemati adhæsit Isaacus Nevvtonus, qui durissimis materiæ corpusculis tres vires adscribit, veluti necessaria ad universi explicanda phænomena: nempe vim* inertiæ, *qua materia nititur suum statum servare, nisi a viribus impressis illum mutare cogatur:* attractionis, *qua corpora ad certam distantiam se mutuo petunt: & vim* repellentem, *qua corpora, aucta distantia, se mutuo fugiunt.*

56. *Nova quædam excogitavit mechanica principia Renatus Cartesius, qui universi elementa voluit esse* materiam, motum, *&* figuram. *Pro materia autem tria sibi confixit principia, nempe* materiam subtilem, ramenta, *&* globulos, *quorum genesim ut intelligas, res altius repetenda est. Omnis mundana materia, si Cartesium audias. fuit initio a Deo creata,*

ta , ac divisa in particulas , præterpropter æquales, magnitudine mediocres ac figura cubicas , eisque motum illum impertitus est Deus ; qui adhuc in mundo perseverat , (putat enim hic eamdem semper motus quantitatem in mundo perseverare) . Hæ igitur particulæ in varia tendentes , quosdam veluti vortices circumrotatos constituerunt : cumque singulæ tum circa proprium axem , tum communi vorticis motu agitarentur , invicem occurrentium particulari anguli confracti , ac contriti sunt , factumque fuit in hac angulorum attritione , ut ipsæ particulæ prius cubicæ evaderent sphæricæ , tum deciderent ramenta crassiora , & particulæ omnium minimæ , sive subtilis materia . Vorticum centra occupavit subtilis materia , in quibus veluti totidem soles efformavit , crassa vero planetas constituit . Cætera suis in locis explicabuntur .

57. *Tandem de inextensorum elementorum Patronis aliquid dicamus . Inter veteres Zeno elementa materiæ docuit esse inextensas , ac indivisibiles particulas , veluti puncta geometrica , cujus opinionem in lucem revocarunt . Leibnitius , Wolphius , ac Boschovichius , licet in earum definiendis adfectionibus omnino c nspirent . Leibnitius ergo , ac Wolphius mundum componi ajunt ex* monadibus , *nempe ex simplicibus substantiis quadam activa vi animatis . Hæ monades in alias solvi nequeunt , non sunt extensæ , nec figuratæ , nec magnæ , nullum occupant spatium , nulloque intestino motu possunt agitari . Sunt etiam inter se prorsus dissimiles , adeout neque per Dei omnipotentiam possit unum elementum esse alteri perfecte simile , ut fert celebre Wolphianum principium dictum* indiscernibilium , *juxta quod impossibilia absolute sunt perfecte similia . Atque hi characteres substantiis simplicibus convenire necessario debent , ut in ipsis contineri possint ultimæ* rationes sufficientes *earum omnium , quæ in corporibus deprehenduntur . Harum monadum natura , ac essentia* vi activa , & anima *continetur ratione cujus corpusculum quodlibet est id quod est , ac ab alio discernitur . Tandem , ut alia omittam , de quibus infra opportunius : quodlibet vacuum in hac cosmogonia a rerum universitate proscribitur , cum omnia monadibus repleantur .*

58.

58. P. *Rogerius Boscovich materiæ elementa docet esse puncta quædam simplicia, & inextensa, homogenea tamen, ac in omnibus similia, in quibus nec figura nec magnitudo locum habent. Hæc elementa prædita sunt viribus quibusdam ipsa determinantibus ad accessum, vel secessum, sive viribus attractivis, & repulsivis, attractivis quidem in magnis distantiis, repulsivis autem in minimis, quarum virium legem exponit per curvam regularem, cujus abscissæ exprimant distantiam duorum punctorum & ordinatæ vires repulsivas, & attractivas, prout jacuerint ad unam, vel ad aliam axis partem. Quia vero decrescente in infinitum distantia elementorum, in infinitum augetur vis repellens; hinc mathematicus corporum contactus per Boscovichium est omnino impossibilis, tantumque* physicus, *sive* apparens *est admittendus. Igitur puncta corpus componentia aliquo semper intervallo distant per extensum spatium, propterea, et si inextensa, corpus tamen extensum constituunt ratione extensi spatii, per quod disposita sunt. Tandem, ut cætera prætercam, ex viribus per vices agentibus in variis atractionis, & repulsionis limitibus corporum oriuntur coherentia, fluiditas, aliæque adfectiones.*

PROPOSITIO I. *Prima corporum sensibilium materies in particulis extensis, solidis, diversa figura, ac magnitudine præditis, exilissimis, homogeneis, & naturaliter insecabilibus collocanda est.*

59. *Probatur* per singulas partes. Nam primo particulas materiæ esse debere extensas, ac solidas nemo arbitror negaturum, qui animadverterit materiæ primarias adfectiones esse extensionem, ac soliditatem, ideo enim quodcumque nobis notum corpus extensum, ac solidum est, quia est materiale: sicuti ex adverso spiritus est penetrabilis, ac inextensus, quia materia caret. Sunt igitur extensio, ac soliditas attributa materiæ necessario adnexa. Deinde, si omnia nobis nota corpora sunt extensa, ac solida, etiam ipsorum elementa extensa erunt,

erunt, ac solida: neque enim ex inextensis, & penetrabilibus componi queunt extensa, & impenetrabilia; alias etiam ex spiritibus tamquam partibus constitui possent composita extensa, ac solida. Sunt igitur primigeniæ materiei particulæ extensæ, & solidæ.

60. Diversa autem esse debere particularum materiei figuram, & magnitudinem, contra ac nonnulli arbitrantur, licet certo nequeat demonstrari, cum ope microscopiorum ad ultima elementa pertingere non possimus, videtur tamen conjecturali argumento admodum consentaneum. Nam moleculæ, quæ ex minimis elementis coagmentantur, variam præseferunt figuram, & magnitudinem, ut apparet in particulis sanguinis, salium, metallorum, aliorumque mixtorum microscopii beneficio conspectis: quod etiam experientia confirmat, qua novimus idem vas aquæ particulis per suos poros aditum permittere, prohibere autem aeris moleculis, quæ probabiliter sunt primis subtiliores, quod certe non explicabis, nisi concessa moleculis diversa figura. Igitur etiam elementorum moleculas componentium varia erit figura, & magnitudo. Adde, posita elementorum, quoad figuram, & magnitudinem perfecta similitudine; non tam facile intelligi posse tantam corporum varietatem, quanta in adspectabili mundo nobis exhibetur.

61. Sunt etiam prima elementa materiæ exilissima. Nam corpora plurima artis, & naturæ vi in particulas dividi possunt admirandæ subtilitatis, quod infra pluribus ostendetur.

62. Rursus primogeniæ particulæ sunt homogeneæ, idest ejusdem indolis; ac naturæ: sive clarius, omnes extensæ, solidæ, firmæ, & insecabiles. Id autem ex eo fit manifestum, quod omnia nobis nota corpuscula in hoc sensu homogenea sunt: ut quid ergo id negandum erit de elementis has sensibilia cor-

pu-

puscola constituentibus ? Revera , si forent heterogenea materiæ elementa , talia forent in sensu Leibnitii , ac Wolphii ; at per hos Philosophos elementa nullam extensionem habent , nec figuram , nec magnitudinem (n. 57); quomodo ergo dissimilia sunt ? An quia diversas habent qualitates, ut ait Leibnitius (*princip. Philos. p.* 2.) ? Sed quænam, amabo, erunt hæ qualitates ? Motus ne, resistentia , calor &c. ? At hæ supponunt extensionem corpoream : cogitatio, volitio &c. Hæ supponunt substantiam spiritualem (*metaph. n.* 165 , & *seq.*): ad neutram autem spectant monades . Insuper fatente Wolphio (*Cosmolog ad §.* 127.), quæcunque in corporibus contingat mutatio, pendet a figura, magnitudine, & situ partium ; sed ad has subeundas mutationes nesessaria non est essentialis elementorum dissimilitudo ; sunt ergo elementa quoad propriam essentiam , sive internam constitutivam formam homogenea .

63. Tandem materiæ particulæ sunt durissimæ, & insecabiles : nempe, inquit Nevvtonus (*Chem. l.* 1. *p.* 36.): „ particulæ primigeniæ plane solidæ, longeque duriores sunt, „ quam ulla corpora ex iisdem deinceps cum „ occultis interjectis mentibus composita ; imo „ tam perfectæ duræ, ut nec deteri possint „ unquam, nec comminui, nec adeo ulla in „ consueto naturæ cursu vis sit, quæ id in „ plures partes dividere queat, quod Deus ipse in prima rerum fabricatione unum fecerit. Tandiu dum particulæ illæ integræ permanent, poterunt sane per omnia sæcula ex „ iis composita esse corpora ejusdem semper „ naturæ, & texturæ. Verum, si illæ deteri, aut comminui possent , jam futurum „ sane esset, ut rerum natura quæ ex iis pendet, immutaretur . Aqua, & terra ex particulis imminutis , & detritis, particularumque „ fragmentis compositæ non utique eandem hodie

„ die naturam, texturamque haberent." Quam quidem rationem hoc exemplo illustrat Musschembroekius (*Phys.* c. 2. §. 26): capiatur marmor in majusculum pulverem tritum, aliud subtilius tusum, aliud subtilissime: æquales horum pulverum massæ cum liquefacta cera seorsim misceantur; induratæ frigore tres massæ diversam firmitatem habebunt. Dum itaque corpora omnia, quæ per tot millenos annos ex dissolutis regenerantur, eandem firmitatem, easdem proprietates habeant, quas ante centenos annos, dicendum necessario est particulas materiei primigenias durissimas, & insecabiles esse.

Solvuntur contraria argumenta.

64. Opp. 1. Peripatetici. Materia prima est ens substantialiter incompletum, quod a forma recipit substantiale complementum: rursus est ens simplex, & pura potentia: sed corpuscula sunt substantialiter completa, sunt composita, sunt actu adfectionibus prædita, ergo in his statui nequit prima corporum materia.

65. R. Materiam primam esse incompletam, simplicem, puram potentiam in hoc sensu, quatenus ad nullam combinationem compositorum propriam de se determinata est, sed ad quamlibet indifferens, unde caret adfectionibus, quæ compositis competunt, quæque a diverso particularum nexu pendent; a forma vero, idest a mechanicis adfectionibus, sive a diversa combinatione ad hoc, illudque mixtum efformandum determinatur. Hæc est vera materiei notio; non enim *semel substantia* est in sensu Scholasticorum, quorum figmentis nunquam adhærebimus, quosque characteres, quos materiæ adscribunt non tamquam certos assumant, sed invicte probent, quod præstabunt nunquam.

66. Opp. 2. Leibnitiani contra particularum exten-

extensionem. Primordia rerum vel simplicia sunt, vel composita: hoc secundum repugnat, ergo sunt simplicia: sed quod simplex est, caret partibus (*Metaph. n.* 8.): ergo primordia rerum sunt inextensa.

67. R. Rerum primordia esse quidem simplicia, non tamen inextensa. Siquidem unum simplex est, quod partes non habet realiter distinctas, & separabiles (*Ontol. n.* 8.): unum vero compositum, quod partes habet distinctas, & separabiles. Hoc autem non impedit, quominus primordia rerum partes habeant, quas mens distinguit: nam partes ratione tantum distinctæ non habent distinctam essentiam, sicuti partes physice separabiles; unde partes ratione distinctæ non opponuntur entis simplicitati, quæ consistere intelligitur, eo ipso, quo entis essentialia, & attributa ita juxta sint, ut in unam essentiam, atque naturam confluant. Itaque materiæ corpuscula dicimus simplicia, quatenus quodibet corpusculum in omnibus suis partibus mente tantum assignabilibus est ejusdem naturæ, non quatenus sit inextensum, ac partibus omnino expers.

68. Inst. Si primordia rerum simplicia partes habent mente assignabiles, erunt in ipsas divisibilia, ergo non erunt simplicia, sed partibus composita.

69. R. In primis non omne ens, quod partes habet, esse divisibile, sed illud tantummodo, cujus partes distinctam habent essentiam. Deinde concedam adversariis elementum partes habere divisibiles: ergone *compositum* erit dicendum? Ita sane, ajunt Lebnitiani, quia a partibus penderet. At hæc ratio nulla est: non enim elementum pendet a partibus, sed partes pendent ab estensione, quæ essentialis est ipsi elemento, sicuti substantiæ non pendent a proprietatibus, sed proprietates a substantiarum natura. Est igitur hoc discrimen inter compositum, ac simplex elementum, quod primum sit cumu-

lus

lus elementorum naturæ a viribus factus, adeoque divisibile, ac solubile in sua primordia, elementum vero sit corpusculum a Deo creatum cum partibus unius naturæ, ac inseparabilibus, quæ tolli nequeunt, quin elementi natura destruatur, cujus munus est componere extensa, adeoque extensionem habere.

70. Inst. Si corporum primordia simplicia sunt, & extensa, jam simplicitas cum extensione non repugnat, erit consequenter Deus simplex, & extensus: simplices item, & extensi erunt Angeli, animique nostri, quod absurdum est. Item si extensa sunt elementa, erunt etiam figurata, adeoque partibus actu composita, neque proinde simplicia. Si figurata, quamnam habebunt figuram? ramosam, angulosam, teretem &c. poterunt ergo, quæ sunt quadrata, fieri rotunda, ac omnia figuram mutare. Tandem in extenso haberi debet quantitas molis, quæ per hoc differt a quantitate virtutis, quod prima partes habeat actuales, ac separabiles, quibus caret quantitas virtutis.

71. R. cum de corpore loquimur, *entis simplicis* nomine id intelligimus, quod partes non habet separabiles, licet ratio eas distinguat (*n.* 67): hinc nulla est comparatio inter simplicia materiæ elementa, ac spiritus. Cæterum potiori jure possumus a Leibnitianis quærere, in quo differant eorum inextensæ monades a spiritibus; non enim qualitates aliquas corporeas pro assignando discrimine possunt adducere, cum hæ supponant corpoream extensionem (*n.* 62). Sed ad argumentum redeundo, damus libenter elementa materiæ diversam habere figuram, ac magnitudinem (*n.* 60), non propterea tamen mutabilia naturæ viribus dici possunt, ob ingentem duritiem (*n.* 63): concedimus habere quantitatem molis; non enim id repugnat illi simplicitati, quam nos materiæ primordiis adscribimus (*n.* 67).

72. Inst. Si elementa forent extensa, jam extensio corporea ex his efformata destitueretur

ratione sufficienti, etenim ratio sufficiens extensionis corporeæ desumi non posset ab elementis componentibus, cum & ipsa dicantur extensa, quorum propterea sufficiens ratio debet in alio contineri, ergo &c.

73. R. Cum ratio sufficiens id sit, unde intelligitur, cur aliquid sit, vel fiat, curque hoc potius modo sit, vel fiat (*Metaph. n.* 26), proculdubio ratione sufficienti destitueretur corporea extensio, si ejus elementa forent inextensa; neque enim ex principiis inextensis deduci potest ratio sufficiens compositi extensi; potius ergo in Leibnitiana cosmogonia careret sufficienti ratione corporea extensio. At urgent: undenam sufficiens ratio extensionis elementorum derivabit? Ab illo eodem fonte, unde explicat Wolphius, cur aliquid in mundo ita potius, & non aliter exlstat; nempe a libera voluntate Dei, in qua ultima sufficiens contingentium omnium ratio continetur; & cui libuit corpoream molem, qualis nunc cernitur, creare. Verum de extensis elementis opportunius infra.

74. Opp. 3. Leibnitiani contra elementorum homogeneitatem. Si rerum primordia forent homogenea, sive similia, jam unum alteri substitui poterit, salvis compositis, quæ ingrediuntur; sicque nulla erit sufficiens ratio, cur unum potius elementum in uno composito, alterum in altero contineatur: puta, cur elementa, quæ sunt in globo lunari, non sint in terrestri; sed hoc a principio *rationis sufficientis* alienum est, ergo &c. Deinde hæc elementorum similitudo principio indiscernibilium opponitur (*num.* 57), cujus veritas nedum ex principio *rationis sufficientis* descendit, ut mox probabimus, sed etiam ex principio *contradictionis*, nam duo entia perfecte similia essent distincta, ut supponuntur; non essent autem distincta, cum non habeant, unde distinguantur, qua ratione D. Thomas (*in l. contra Gentes cap.* 42) plures Deos impossibiles esse demonstravit. Imo hujusce Leibnitiani principii veritas ipsa experientia confirmatur, quatenus

tenus inter omnia corpora non est reperire duo individua similia: sed ubi nudo oculo talia apparent, per microscopium tamen deprehenditur in uno, quod alteri non inest, cujus rei exemplum refert Leibnitius (*epist.* 4. *ad Clarkium.*) de duobus foliis perfecte similibus, irrito conatu in horto quæsitis.

75. R. Id esse de materiæ primæ natura, ut ad quodlibet constituendum corpus sit indifferens (*n.* 44), hinc ultro damus unum elementum se alteri substitui, salvis compositis. At inquis: nulla ergo est sufficiens ratio, cur elementa, quæ sunt in uno composito, non sint in altero. Minime gentium, elementa enim, licet homogenea, differunt tamen figura, magnitudine, motu aliisque accidentalibus adfectionibus (*n.* 60); hæc ergo accidentalis varietas esse poterit sufficiens ratio, cur in uno potius, quam in alio composito reperiantur. Quod si curiosius inquiras rationem sufficientem diversæ figuræ, magnitudinis &c. hæc certe materiæ intrinseca nulla erit, sed tantum extrinseca, nempe voluntas Dei, ad quam Wolphius ipse confugit (*Cosmol.* §. 190), ut occultarum qualitatum rationem sufficientem adducat. Neque urgeas: Deum sapientissimum ex consilio, ac sufficienti ratione operari. Nam id dabo libenter; quis tamen Dei sapientissimi consilia, ac sufficientes rationes omnes assignare præsumet? Fortasse tribuit Deus homogeneis materiæ primordiis varium mechanismum, ut adspectabilis mundi varietatem constituerent, vel ob alias nobis occultas rationes.

76. Ad alterum. Omissa principii indiscernibilium veritate, quam nonnisi supponendo, quod controvertitur, ostendent unquam Leibnitiani, asserimus primo: numericam distinctionem non oriri a dissimilitudine, sed a limitatione entis; quod continere non valet perfectiones omnes ejusdem speciei, unde fit optimum esse argumentum D. Thomæ, ac Theologorum, cum loquentes de ente infinito, ejus unitatem demonstrant ex perfectionum similitudine; inepte vero

B 2 eam-

eamdem unitatem arguere Leinitianos de entibus finitis similibus (alias absolute repugnarent entia perfecta similia contra, ac docet Leibnitius *ep.* 5 *ad Clarkium n.* 25). Deinde primigenia corpuscula, quamvis intrinsece homogenea, possunt tamen differre figura, magnitudine, aliisque mechanicis adfectionibus, quin corruat indiscernibilium principium. Idem de compositis dicas, quorum diversitas ex vario particularum nexu pendet, ut infra clarius.

77. Opp. 4. contra eamdem elementorum similitudinem. Si corporum omnium primordia forent homogenea, jam composita omnia possent in alia diversa converti, cum quicumque nexus possit naturæ viribus obtineri. Quis enim ignorat violentissimam ignis vim solvere quascumque combinationes, & ad primigenia usque elementa pertingere? At certum experientia est dari corpora in alia prorsus inconvertibilia: talia sunt vulgaria elementa, ac elementa chymica, quæ quantumvis igne torqueantur, eadem semper manent, sicuti de sale testantur Hombergius, ac Duhamelius, de mercurio Boerahavius, & de aliis Chymici omnes. Nullum quoque metallum converti in aurum potest, quam transmutationem a pluribus sæculis in cassum tentaverunt Alchimistæ, ergo &c.

78. R. Non deesse quidem Philosophos, qui arbitrantur maximam corporum partem ex eadem homogenea materia componi, quæ propterea converti in se invicem arte, vel natura possunt. At quidam volunt haberi composita prorsus simplicia ex peculiari quadam materia efformata, quæ proinde inconvertibilia sunt: ejusmodi ajunt esse terram, aerem, lucem, metalla omnia, ac alia plura. Sed non est opus huic subscribere opinioni, ut objectum solvamus argumentum, cum ex iisdem homogeneis materiæ particulis, diversa tamen figura, & magnitudine præditis effici possint diversissima composita penitus inconvertibilia, eo quod neque ars, neque natura possit materiam ad prima usque elementa

menta dividere, ut infra demonstrabitur. Cum itaque moleculæ, quæ artis, aut naturæ viribus subjacent, sint particulæ sensibiles, quæ plura elementorum primogeniorum millena continent vario ordine disposita, & quæ pro diversa combinatione sua non sunt apta ad quælibet composita efformanda, hinc dabuntur corpora immutabilia, etsi ejusdem homogeneæ materiæ plexibus coalescant.

79. Opp. 5. contra eamdem homogeneam materiam Alchymistæ. Nullum datur compositum naturale completum, atque perfectum, ex quo chymica elementa ignis actione non eliciantur: sed principia intrinseca corporum ea sunt, in quæ immediate resolvuntur, ergo &c. Majorem probat Fortunatus a Brixia adductis pluribus Chymicorum tentaminibus (*Phys. gen. p. 1, n.* 555) minorem etiam, quæ tamen certa videtur, ibi veram esse ostendit (*n.* 564).

80. R. Non una ratione posse nos Chymicis satisfacere. Primo damus Chymicis a vegetabilibus, & animalibus eorum elementa extrahi posse, non tamen a metallis, a vitro, a crystallo, aliisque fossilibus pluribus, cujus rei testes habemus Boyleum, & Helmontium. Secundo, inquit Boerahavius (*in Elem. Chymicæ p. 1*), etsi in omnium corporum artificiali solutione elementa isthæc prodirent, non inde sequitur in mixtis ea præextitisse: nam actionibus illis, quibus solutio peragitur, possunt corpuscula ita uniri, ut chymica elementa efforment: sicuti ex ligno combusto prodit flamma, quin tamen eam in ligno præextitisse affirmare possimus. Tertio. chymica elementa resolvi possunt in alia simpliciora: sic caput mortuum, quod emersit ex viridi ære soluto, in cuprum convertit Boyleus. Tandem quot salium, sulphuris, olei species sunt quæ fatentibus chymicis, ex diversis corporibus eliciuntur? Non ergo quinque, sed multo plura sunt principia mixtorum, si chymicis resolutionibus in hac re standum fuerit.

81. Inst. Ideo a quibusdam mixtis chymica

elementa non eliciuntur, quia ignis actione conteruntur cuspides particularum, & figuræ mutantur, vel implicantur elementa, adeout discerni post solutionem nequeant. *Misce*, inquit Lemery, (*de usu Chemiæ p. 11*) *spiritum aliquem acidum cum sale tartari, vel alio quopiam alkalico. Acidi cuspides ita figuntur in salis foramina, ut frustra sis laboraturus, si distillando velis acidum, quale prius fuerat, elicere. Sublata est vis ejus omnis, aciem enim, quæ prius acuta fuerat, in distillatione contritam pristina demum, & nativa figura privari necesse est*: idipsum de chymicis elementis dicas. Secundo asseri nequit hæc elementa in mixtorum solutione de novo generari, tum quia absque igne e pluribus corporibus eliciuntur, ut legere est apud Villisium (*de ferment. cap. 2*) sicuti per compressionem elicitur oleum: tum quia, si elicita elementa misceantur, redeunt prima naturalia composita, uti expertus est idem Villisius. Tertio non obstat chymica elementa posse in alia abire, cum chymici quærant tantum primordia mixtorum sensibilia, non vero illa, quæ mente capimus efficere composita.

82. R. ad 1. Si in quorumdam mixtorum solutione non apparent chymicæ principia, quod eorum cuspides conterantur, & implicentur, id profecto eveniet in quacumque resolutione ope ignis peracta, adeoque nunquam distincta prodibunt elementa chymica, quod falsum. Similiter conterentur metallorum particulæ, cum violenta ignis actione a plexu dissociantur, propterea nequibunt amplius metalla semel liquefacta in pristinam duritiem, ac naturam concrescere, quod pariter falsum est. Et profecto: si, fatente Villisio, elicita principia per commixtionem prima naturalia composita restituunt, evidens est, suum mechanismum tenaciter servare, adeoque si in aliquibus solutionibus non appareant, hoc ideo, quod mixtum quodlibet non ingrediantur.

83. Ad alia duo. Si adversarii contendant chymica elementa in pluribus corporibus reperiri,

ri, tamquam principia crassiora, ut ita dicam, & visibiliora, id ultro concedemus; at non proptereà dicenda erunt primigenia illa, & immutabilis materia, de qua disputamus, tùm quia non sunt simplicia, & immutabilia, tum quia non omne mixtum ingrediuntur, quorum utrumque ad primigeniæ materiæ naturam spectat.

84. Opp. 6. contra particularum duritiem. Si corporum elementa forent omnino dura, & insecabilia, ejusdem quoque duritiei forent composita, quod experientiæ contrarium est. Deinde est admittenda in natura lex *continuitatis*, juxta quam nihil contingit per saltum: sive nullum corpus ab uno ad alium statum transit, quin percurrat gradus omnes intermedios: periret autem hæc lex, admissis corpusculis durissimis: nam dato conflictu duorum hujuscemodi corpusculorum ex oppositis partibus sibi æquali vi incurrentium, statim quies haberetur, quin omnes velocitatis gradus paullatim extinguerentur, ergo &c.

85. R. ad 1. Datis durissimis corpusculis, non inde sequitur composita ex iis esse durissima. Nam in primogeniis elementis nullus reperitur vacuus porulus, unde nequeunt ejus partes comprimi, quod ubique se tangant, nullumque spatium in ipsis sit, in quod per compressionem se intromittant. At composita particulis constituuntur, inter quas pene infiniti patent vacui pori, ut infra probabitur, idcirco non omnino dura, & incompressibilia esse debent.

86. Ad alterum. Quidquid sit de veritate legis *continuitatis*, de qua alibi opportunius, illud nunc advertimus, eam in minimis corporum elementis non habere locum, utcumque in magnis corporibus servari dicatur. Deinde in hoc sensu firmissima dicimus rerum primordia, quatenus nullis actu existentibus naturæ viribus frangi possint. Sed de his alibi:

PROPOSITIO II. *Naturalium compositorum Forma in varia tantummodo particularum combinatione, & textura est reponenda.*

87. *Probatur*. Naturalium compositorum forma est principium illud, per quod indifferens materia ad determinatam speciem limitatur (*n.* 44), atque corpora ab invicem specie discriminantur; sed utrumque formæ unius ex varia tantummodo corpusculorum materiœ combinatione haberi potest, ergo &c. Pr. 1. minoris pars: eamdem nempe materiam ex vario plexu ad certæ speciei corpora constituenda limitari; sic idem ferrum ex vario mechanismo ope artis inducto modo horologium, modo ensem efformat: eadem 24 alphabeti elementa ex varia combinatione habent, ut diversa prorsus vocabula constituant. Si ergo ars, quæ circa crassiores tantummodo materiæ particulas versatur, valet eamdem materiam per diversum mechanismum, ad varia composita determinare, multo magis poterit natura, quæ ad multo minores moleculas pertingit. Et certe mihi non negabis eamdem aquam ex solo suarum particularum diverso plexu habere, ut nunc rorem, nunc nubem, nunc pluviam, nunc grandinem, nunc nivem producat. Non negabis idem alimentum stomachi calore subactum ad sanguinem, ad ossa, ad carnem, aliasque nostri corporis partes nutriendas idoneum reddi, ex diversa tantummodo particularum combinatione. Varia igitur complexio apta est materiæ corpuscula ad diversas constituendas compositorum species determinare.

88. Hinc manat alterius partis probatio: corporum nempe diversum specificum discrimen haberi ex solo vario mechanismo. Nam tota ratio, qua duo corpora specie differunt, sita est in variis sensibilibus qualitatibus ponderis, fluiditatis, levitatis, coloris &c. sic v. g. a reliquis metallis discrepat aurum, quod sit ipsis gravius, sit omnium maxime ductile, sit cæteris densius, sit flavum, atque subrubrum &c. sed

sed hæ omnes sensibiles qualitates e diversis mechanicis adfectionibus oriuntur, ut in loco demonstrabitur; ergo harum qualitatum congeries sive forma naturalium compositorum distinctiva in varia tantummodo particularum configuratione & textura est reponenda.

89. Et quidem novimus corpora, quæ *specie* dicimus diversa, quamvis totum eorum discrimen in varia mechanica adfectione situm sit: linum v. g. a charta specie diversum putamus, attamen ars per diversam particularum transpositionem e lino chartam elicit; nempe linum aqua macerat, tum soli expositum, exsiccatumque in tenuissima dividit filamenta, quæ contorta tela componunt; ex tela per aquam subacta, & in subalbicantem veluti pultem soluta prodit papyrus. Quot varia composita ex eodem lacte, vel tritico non efficit ars naturæ æmulatrix? Annon vitrum conficit ex soluta arena, commixtoque sale? pulverem pyrium ex carbone, & sale petræ? æs ex cupro, ac lapide calaminari? Sed & alia novimus innumera composita a suis componentibus specie diversa, quæ tamen per solum mechanismi discrimen ad diversas species transeunt; negari ergo nequit per variam corpusculorum materiæ combinationem corpora exurgere specifice diversa, adeoque formam, vi cujus discriminantur composita, a solo diverso mechanismo esse repetendam.

90. *Corollarium I.* Formæ substantiales Peripateticorum (*num.* 48.) sunt omnino a rerum natura proscribendæ: ad nullum enim inserviunt usum statim ac formæ munera ex vario mechanismo pendeant. Id videtur agnovisse Aristoteles ipse, qui, *Metaphysica* excepta, in suis operibus omnes naturæ effectus, ac phænomena juxta mechanicæ leges semper explicuit, nulla injecta vel materiæ, vel formæ absolutæ mentione.

91. *Corollarium II.* Qualitates absolutæ Scholasticorum, sive absoluta accidentia e substan-

tiis separabilia (n. 49), sunt omnino rejicienda. Nam si corporum forma est respectiva, idest pendet a varia elementorum figura, motu, & nexu (n. 87, & seq.), jam nihil a mechanismo diversum in materia admittendum est, cum forma sit caussa omnium sensibilium qualitatum, unde hæ nequeunt diversam habere a sua caussa naturam; propterea si forma est *respectiva*, erunt etiam *respectivæ*, quæcumque sensibiles qualitates.

Audiuntur Scholastici.

92. Opp. 1. Corpora naturalia specie diversa, nedum accidentaliter, sed substantialiter differunt inter se: sed hoc substantiale discrimen explicari nequit, nisi unius corporis substantia ab alterius natura sit omnino diversa, adeoque præter materiam sit forma substantialis absoluta, ergo &c.

93. R. dist. maj. differunt substantialiter in sensu peripatetico, quatenus habeant diversas absolutas substantias, nego; quatenus unius combinatio sit ab alterius mechanismo prorsus diversa, conc. maj. &c. Hæc substantialis corporum differentia a scholasticis inventa supponitur ab ipsis, non vero demonstratur, unde nequit evertere respectivas formas, quas in compositis reliqui Philosophi agnoscunt.

94. Inst. Corpora naturalia specie diversa differunt inter se substantialiter rigoroso peripateticorum sensu: etenim non alia de caussa longe majus discrimen est inter duo corpora variæ speciei, puta inter lapidem, & carnem, quam inter artefacta ex eadem materia, puta inter horologium, & ensem ex ferro, nisi quod inter prima reperitur substantialis differentia, accidentalis autem inter secunda: ergo primorum substantia est plane diversa, cum quæcumque excogitetur homogenearum

par-

particularum transpositio, & modificatio, numquam excedat accidentalis differentiæ limites, ut patet in artefactis.

95. R. nego antec. ejusque probat. non enim est perfecta artis, ac naturæ comparatio. Cum ars circa sensibiles, & crassas materiæ particulas versetur, nequit adeo exquisite diversam combinationem in materiam inducere, sicuti natura arte longe præstantior, viribusque excellentior. Adde artis etiam ope plura efformari composita specie diversa, perinde ac fit natura (*n.* 89) ut præcipue in Chymicorum libris legere est.

96. Inst. varia combinatio est materiæ accidentalis, ergo si corpora specie diversa solo partium contextu differunt, erit eorum discrimen accidentale, non vero substantiale, & essentiale.

97. R. Combinationem esse accidentalem respectu materiei, non vero respectu compositorum: sic v. g. talis determinata textura ferri horologium componentis, accidentalis est respectu ferri: at relate ad horologium est essentialis, cum absque illa horologium haberi nequeat. En igitur quomodo composita naturalia sint essentialiter composita.

98. Inst. omne corpus est *unum per se*; est *unum totum substantiale*, ac *essentialiter substantia*: sed hæc dici nequeunt de puro aggregatu corpusculorum vario modo dispositorum; ergo &c.

99. R. nego maj. quam in rigoroso peripatetico sensu acceptam patet principii petitione laborare: Igitur corpus est *unum per se substantiale &c.* idest componitur ex una substantia, sive materia, quæ pro varia specie determinatam subit combinationem illius speciei propriam & essentialem sensu supra explicato (*n.* 97).

100. Inst. Hoc est discrimen generationis ab alteratione; quod in generatione fit nova substantia, & in alteratione novum accidens,

unde physicum principium *Magis, & minus non variant speciem*, ergo &c.

101. R. nego antec. Hoc itaque agnoscimus generationis ab alteratione discrimen, quod in generatione tanta fiat mechanismi diversitas, ut ex visibilibus materiæ particulis novum omnino ordinem, plexumque acquirentibus, proprietatum, ac sensibilium qualitatum collectio aut prorsus, aut saltem quoad sensum diversa consurgat, in alteratione vero remaneat prior mechanismus, & una vel altera qualitas immutetur. Sic igitur, si tanta sit ignis copia, ut aqua in fumum, ac vapores abeat, fiet nova generatio: si vero ex modica ignis quantitate remaneat aqua, & motus inducatur, unde calida fiat, erit alteratio. Porro effatum Scholasticorum admittimus, ubi sermo fiat de quantitate, non autem ubi loquamur de materiæ combinationibus, & inde diffluentibus qualitatibus sensibilibus.

102. Opp. 2. Improbabile omnino est eandem homogeneam materiam tot subire posse mutationes mechanismi, quot necessariæ forent ad infinita pene diversa corpora efformanda, quæ in mundo sunt, ergo &c.

103. R. nego antec. quod incredibile nunquam videbitur iis, qui de combinationibus Arithmeticos consuluerint; hi enim demonstrant 24 alphabeti literas tot subire posse combinationes, ut diversa efforment vocabula expressa 38 cyphris cum unitate. Quot ergo numero majores subibunt combinationes infinita materiæ corpuscula figuræ, ac magnitudinis mira varietate distincta?

104. Opp. 3. In corporibus naturalibus extat vis quædam activa, qua amissas qualitates sepsis recuperant: sic aqua calefacta ad suum ingenitum frigus sponte redit, ignis actione cessante, plumbum liquefactum ad primam dutitiem se restituit: arbor reparat amissos ramos ac folia: hydrargirus, postquam chymico labore va-

rias

rias induit formas, ad suam naturam se restituit, ut testatur Boerhavius, ergo admitti in corporibus debet principium congenitarum qualitatum exigitivum: sed hoc non aliud esse potest, quam substantialis forma, cum materia sit ad omnes qualitates indifferens, ergo &c.

105. R. primo; si illorum adhæreamus opinioni, qui putant nonnulla corpora ea peculiari quadam immutabili materia coalescere (*n.*78), totum argumentum fit nullum. At demus materiam homogeneam in omnibus mixtis (*n.* 78), non propterea formidamus adversariorum tela: Nam licet in materia vires aliquas activas agnoscamus, quæ omnibus communes sunt corporibus, non propterea debet ipsis adscribi principium qualitatum *suæ* speciei exigitivum. Cur enim arboris cortex face aliquantulum exustus vim vegetandi non recuperat? ovum agitatum vim prolificam deperdit? corallium sub aquis mollissimum, ubi extractum ab ipsis fuerit ita indurescit, ut pristinam mollitudinem non amplius recuperet? pomum contusum ad primum virorem non redit?

106. At sunt aliqua corpora, quæ primigenias recuperant qualitates. Ita sane: verum id non oritur ab intrinseca ipsis caussa, alias idem in corporibus omnibus contingeret. Est itaque hæc restitutio ab extrinseca caussa; nempe, cum mechanismus non omni modo mutatur, sed tantum una, vel altera qualitas, aut ab igne inter poros intruso, ut in aqua calefacta, plumbo liquescenti, hydrargiro chimico examini subjecto aut ob impeditam actuosam, quæ in corpore est, vividamque substantiam, jam hisce caussis ablatis necesse est redeant qualitates, quæ ab essentiali invariato corporis mechanismo fluunt. Rem exemplo illustrabo: ex ferro horologium efforma: si impedimentum ejus motui apposueris, neque horas indicabit: remove impedimentum, primum motum acquiret sponte sua, ac horas designabit; numquid hæc primi motus restitutio a forma ferri substan-

tiali

tiali desumenda erit? minime profecto, sed a ferri mechanismo, qui per oppositum obstaculum non fuit immutatus. Pari modo de objectis qualitatum restaurationibus loquendum est.

107. Opp. 4. Si formam in mechanismo sita est, cur neque arte, neque natura fieri potest quodlibet ex quolibet, neque enim ex igne, aqua, & mercurio aurum exurgere potest?

108, R. Si formæ omnes absolute e materiæ sinu educuntur, cur ex materia unius compositi nequeunt successive educi formæ omnes reliquorum? Sed directa responsio patet ex supradictis (*n.* 78).

109. Opp. 5. In sacramento Altaris habetur Christi corpus absque combinatione physici corporis propria, cum totum lateat in tota hostia & totum pariter in qualibet vel minima hostiæ parte. Similiter remanet ibi post consecrationem sensibilium partium collectio, absque ulla materiæ combinatione, cum tota substantia sit in Christi corpus mirabiliter conversa, ut fides docet, ergo &c.

110. R. ad 1. Christi corpus sub eucharisticis speciebus habere extensionem, adeoque combinationem humani corporis propriam. Cum autem dicitur illud esse totum sub qualibet hostiæ parte, uti definivit Tridentinum (*sess.* 13): In primis advertimus huic canoni addita fuisse verba *facta separatione*, idque urgentibus Joanne Æmiliano Tudetano Antistite, & Musso Bituntino Præsule, ne variæ scholarum opiniones circa modum existentiæ Christi corporis sub eucharisticis speciebus erroris simularentur; quippe rectissime admonuit Bituntinus Tridentinos Patres; *Solas hæreses esse damnandas, non item scholasticorum sententias* (*Natal. Alex. de gestis Sessionis XIII.*). Deinde loquitur Concilium de partibus sensibilibus, cum hæ solæ ad Sacramentum pertineant, quod est *signum sensibile*; unde sub his partibus Christi corpus latitans habet sensibilem extensionem, ac consequenter modificationem physici corporis propriam;

111.

111. Ad alterum; peracta consecratione remanet sensibilium qualitatum collectio, idest remanent impressiones sensuum nostrorum eædem quæ ante a panis, vinique substantia producebantur, Deo per miraculum supplente defectum substantiæ, quod Deo possibile esse nemo negabit, docet D. Thoma: *Erroneum est dicere Deum non posse facere per seipsum omnes determinatos effectus, qui fiunt per quamcumque caursam creatam (p.1, q. 105, art. 2.)*

112. Insta Concilia luculentissime docent in Saeramento Altaris remanere post consecrationem accidentia panis, & vini in sensu peripatetico: nempe Christi corpus, & sanguinem esse *sub speciebus panis, & vini*, ajunt Concilia Lateranense IV, & Tridentinum (*sess.* 13, *cap.* 4). Constantiense etiam Oecumenicum proscripsit hanc Wiclephi propositionem: *Accidentia panis non manent sine subjecto in eodem Sacramento*: ergo erit vera contradictoria propositio. Et quidem nisi hoc dicas, jam Christi corpus non esset sub speciebus panis, & vini, ubi in sacrario claudatur, adeoque tunc Sacramentum, quod est *sensibile gratiæ signum*, non haberetur, quod erroneum est.

113. R. Primo obsecro Scholasticos, advertant D. Thomæ doctrinam, quam interrogatus de quibusdam fidei articulis tradidit opusc. 31, ubi monet, *plures horum ad fidei doctrinam non pertinere, sed magis ad Philosophorum dogmata. Multum autem nocent talia, quæ ad pietatis doctrinam non spectet, vel asserere, vel negare, quasi pertinentia ad sacram doctrinam*. Postea concludit: *Unde mihi videtur tutius hæc, quæ Philosophi communiter senserunt, & nostræ fidei non repugnant, neque sic esse asserenda, ut dogmata fidei, neque sic esse neganda, tamquam fidei contraria, ne sapientibus hujus mundi contemnendi doctrinam fidei occasio præbeatur*. Ex quibus patet vel nimia ignorantia, vel confidentia laborare, qui hæc nobis objectant, quasi sapientissimorum Ecclesiæ Patrum mens fuerit aristotelicum systema consecrare.

114.

114. Itaque dicimus Ecclesiam ab adiaphoris Philosophorum disputationibus dirimendis semper abstinuisse (*n.* 110.). Quare *specierum* nomine dedita opera usi sunt Lateranenses, & Tridentini Episcopi, ut ea voce denotarent panis, ac vini sensationes, undecunque peracta consecratione oriantur: fuit enim eorum scopus conversionem substantiæ panis, & vini in Christi corpus, ac sanguinem contra Wiclephistas, aliosque hæreticos definire; adeout peracta consecratione nihil remaneat de pane, ac vino, præter impressiones in sensus nostros, undecunque nostri sensus immutentur, sive nempe ab absolutis accidentibus scholasticis; sive a Deo nostros sensus afficiente, sicuti ad panis, vinique præsentiam immutabantur.

115. Qua quidem secunda impressionum causa admissa, adhuc intelligitur, quomodo conditum Christi corpus rationem Sacramenti habeat: licet enim in hoc casu actu non habeantur panis vinique in sensibus nostris impressiones, exixtit tamen ibi Christi corpus, ad cujus presentiam, omni remoto obstaculo, panis, vinique impressiones, in nostris sensibus Deus producere vult, quod sufficit ad Sacramenti sensibilitatem.

CAPUT II.

De Corporum porositate, ubi de Quantitate materiæ.

116. *Definitiones*. *Pori* sunt quædam cavitates, sive visibiles, sive invisibiles, quæ vel penitus vacuæ, vel aliena repletæ materia in corporibus reperiuntur.

117. *Massa* corporis est quantitas materiæ, ex qua corpus coalescit. *Volumen* vero est quantitas dimensionum ipsius corporis.

PROPOSITIO I. *Omne corpus sensibile ingenti pororum numero interrumpitur.*

118. *Probatur* 1. Omne corpus sensibile componitur ex minimis corpusculis extensis, solidis, diversa figura, ac magnitudine præditis (*n.* 59): atqui fieri nequit, ut minima corpuscula, sive regulari, sive irregulari figura, & magnitudine prædita ita uniantur, ac congruant, ut nulli inter ipsa pateant pori, vel prorsus vacui, vel aliena subtiliori materia repleti, ergo omne corpus sensibile ingenti pororum numero interrumpitur.

119. Pr. 2 ab experientia. Quodcunque corpus microscopii beneficio diligenter conspectum, superficiem exhibet innumeris foraminibus pertusam. Rursus quodcunque corpus ab igne penetratur; corpora diaphana, ut aer, aqua, vitrum, crystallum, adamas, ac reliqui pellucidi lapides, cum liberum lucidis particulis transitum præbeant, oportet poris sint referta. Ex corporibus opacis ligna, utcunque compacta, succo e radice ascendente per porosas fibras nutriuntur: excisa autem in trabes, ac tabulata pro tempestatum vicissitudinibus volumine augentur, vel minuuntur, atque rimas agunt, quæ phænomena ab aere eorum poros ingrediente produci nemo non intelligit. Duriores lapides imbui colore aliquo possunt, sicuti ostendit Faius in memoriis regiæ Academiæ anni 1728, quod de ossibus etiam, cornubus & unguibus dicas; id autem poros, quos ingrediantur colores, manifestissime evincit; metalla quæcunque aquis stygiis penetrantur, earumque actione dissolvuntur. Tandem, ut alia omittam, quæ apud Nolletium videri possunt, (*Lect.* 2) jugis humano corpore humorum e cute exeuntium evaporatio, quam *insensibilium perspirationem* vocant, quantis scateat poris humanum corpus, luculenter ostendit: est enim tanta hæc perspiratio, ut juxta Sanctorii, ac Dodart observationes in sano corpore, ac vegeta æta-

te

te ex 8 alimenti libris unius diei spatio 5 circiter per insensibilem transpirationem elabantur. Omne igitur sensibile corpus ingenti pororum numero interrumpitur.

120. *Corollarium I.* Ratio patet, cur corpora quædam invicem commixta minus occupent spatium, quam antea separatim. Sic aqua communis, & oleum vitrioli ad minus rediguntur spatium dum commiscentur. Vas cineribus repletum insignem aquæ, vel alterius liquoris quantitatem continet: hæc enim ex eo fiunt, quod unius corporis particulæ alterius vacuos poros penetrent.

121. *Corollarium II.* Aliqua corpora crassioribus effluviis transitum permittunt, & subtilioribus denegant: sic durissima quædam marmora ab aqua, a spiritu vini, & terebenthinæ, aliisque pluribus crassioribus fluidis, non tamen ab aere penetrantur. Id autem ex eo contingere putandum est, quod pororum configuratio effluviorum figuræ minime respondeat. Qua etiam de causa intelliges, cur, ubi vinum aquæ dilutum in poculo ex hædera confecto infundatur, aquæ particulæ paullatim e poculi poris dilabuntur, & purum vinum in vase remaneat.

122. *Corollarium III.* Quantitatem materiæ in uno corpore existenti nullus potest definire, adeoque pondus corporum absolutum, quod materiæ quantitati respondet, prorsus ignoratur. Nam, ut quantitas materiæ sub determinato volumine comprehensæ nobis certa foret, deberet tale corpus esse omnino solidum, & non porosum, quale nullum nobis notum in mundo existit (n. 118).

123. *Corollarium IV.* Ex diversa pororum quantitate pendent corporum *densitas*, ac *raritas*: nempe illud corpus est *densum*, quod pauciores, vel minores poros habet, unde fit, ut ejus partes sint viciniores. Illud vero corpus est *rarum*, quod plures, vel majores poros habet, unde fit, ut ejus partes sint remotiores.

PRO-

PROPOSITIO II. *Materiæ quantitas in corpore est ut factum ex volumine, & densitate.*

124. Nempe multiplicato volumine per densitatem productum dat materiæ quantitatem. Nam pro aucto volumine, eadem manente corporis densitate, materiæ quantitas augetur; evidens quippe est majorem esse materiæ quantitatem in auri bipalmo, quam in palmo. Item pro aucta densitate, eodem manente volumine, crescit materiæ quantitas, unde major est materiæ quantitas in pede auri, quod densius est, quam in pede argenti. Igitur materiæ quantitas haberi potest tamquam rectangulum, cujus altitudo sit densitas, basis autem volumen, nam rectangulum talis est naturæ, ut ejus area augeatur, sive altitudo, sive basis crescat, sed rectangulum fit ex ductu basis in altitudinem (*Geom. n.* 115) ergo materiæ quantitas in quolibet corpore est, ut factum ex volumine, & densitate.

125. *Corollarium I.* Densitas in quolibet corpore exprimitur, quoto materiæ per volumen divisæ. Item volumen exprimitur quoto materiæ per densitatem divisæ. Nam in omni multiplicatione, si productum dividatur per numerum multiplicandum, quotus dat multiplicatorem. Item, si dividatur per multiplicatorem, quotus dat numerum multiplicandum (*Arith. n.* 82).

126. *Corollarium II.* In quolibet corpore densitas est ut massa directe, volumen inverse. Volumen autem est directe, ut massa, & inverse, ut densitas; idest, cæteris paribus, major erit densitas pro minori volumine, ac majus volumen pro minori densitate. Nam primum quod spectat, densitas exprimitur quoto materiæ per volumen divisæ (*num.* 125): sive exprimitur per fractionem, cujus numerator sit materia, & denominator sit volumen: sed crescit fractionum valor, cum manente eodem numeratore minuitur denominator: ac vicissim imminuitur fractionum valor, cum manente

eodem

eodem numeratore crescit denominator (*Arith.* n. 24); ergo densitas erit inverse ut volumen. Pari modo ostendam volumen esse inverse ut densitatem; quod autem tum densitas, tum volumen sint in ratione directa massæ patet ex ipsa massæ notione (n. 117).

127. *Corollarium III.* Quoniam rectangula ejusdem altitudinis sunt inter se ut bases (*Geom.* n. 10): ejusdem basis sunt ut altitudines (*ibid.* n. 211); diversæ basis, & altitudinis sunt in ratione composita basium, & altitudinum (*ibi.* n. 212): ac tandem reciprocantia sibi bases, & altitudines sunt inter se æqualia (*ibid.* n. 214): jam patet: I in corporibus ejusdem densitatis materiæ quantitates invicem comparatas esse in ratione voluminum. II ejusdem voluminis esse in ratione densitatum. III diversi voluminis, & densitatis esse in ratione composita voluminum & densitatum. IV tandem massas esse æquales, si corpora habeant densitates cum voluminibus reciprocas; adeoque V in comparatis corporibus æqualis massæ, sed diversi voluminis densitates esse in ratione voluminum inversa.

CAPUT III.

De extensione.

128. *Definitiones, Extensio* est illa materiæ adfectio; qua fit, ut singulæ ejus partes unitæ diversum exigant occupare locum, sive, ut ejus unitæ partes sint extra se.

129. Cum extensi partes ita unitæ sunt, ut aliæ interponi nequeant, extensio dicitur *continua*: cum vero extensio in partes divisa intelligitur, vocatur *discreta*: tandem, cum partes successive fluunt, ut in tempore, appellatur *continuum successivum*.

130. Extensio alia est impenetrabilis, sive *solida*, alia *penetrabilis*. Prima est, quæ corpora excludit ab eo loco, in quo ipsa est; altera est quæ non arcet corpora a suo loco: atque hæc

vacuum

vacuum etiam dici solet, propterea quod omni orbetur corpore.

ARTICULUS I.

De extensione penetrabili, ubi de spatio, loco, & vacuo.

131. *Definitiones*. Nomine *spatii* intelligimus interminatam quamdam penetrabilem extensionem, in quo corpora recipi possunt.

132. *Locus* est illa spatii pars, in qua corpus aliquod recipitur; hinc spatium veluti ex infinitis locis componi concipiendum est.

133. Si spatium in seipso spectetur, dicitur *absolutum*, si vero relate ad corpora, quæ in ipso sunt, *relativum* vocabitur.

Opiniones Philosophorum.

„ 234. Hactenus definivimus spatium, ac locum prout ipsi sentimus. Non enim hæc penetrabilis extensio ab omnibus Physicis agnoscitur, neque ab ejus patronis pari modo explicatur. In primis mundanum spatium esse vacuam extensionem penetrabilem, immensam, æternam, incorpoream, immobilem, indivisibilem docuerunt Epicurei, atque ex Recentioribus Gassendus, Morus, Lokius, Nevvtonus, Gravesandus, aliique, apud quos spatium est ens a corporibus omnino distinctum. In definienda tamen hujusce spatialis extensionis natura dissentiunt ab invicem. Morus ipsam esse Deum asseruit. Nevvtonus, & Clarkius eandem cum Dei immensitate confundunt. Musschembroekius putavit spatium esse substantiam a Deo in tempore creatum. Alii tandem dixerunt spatium esse purum nihil, sive quamdam negativam extensionem, & capacitatem.

„ 135. Aristoteles locum definit *continentis terminum immobilem*: nempe, explicant peripatetici, locus est *superficies prima, & immobilis corporis continentis*. Quomodo autem superficies corpus ambiens tamquam ejus locus, dici debeat *immobilis*; non una est Scholasticorum

„ mens,

„ mens. Alii enim loci immobilitatem repetunt „ a determinato ordine, & distantia a telluris „ centro: alii a polis mundi, cæterisque immobilibus mundi partibus: quidam a divina substantia immobiliter ubique diffusa: quidam „ tandem ab immaginario immobili spatio, cum „ nempe aer v. g. corpus circumambiens moveatur quidem ac mutetur, sed tamen restauretur ab alio aere eamdem ab immobilibus assignatis punctis distantiam servante, idcirco „ *immobilis* dici debet. Hunc locum Aristotelici „ vocant *extrinsecum*, quem ambabus ulnis amplexi sunt Cartesiani, qui nullam agnoscunt extensionem a corpore diversam (*n.* 19), locumque *intrinsecum* non distinguunt ab ipsa locati „ corporis substantia. Ab Aristotelicis non valde recedunt Leibnitius, ac Wolphius, per „ quos locus in diverso situ, ordine, ac dispositione ad immota circumstantia corpora „ statui debet: in eo tamen differunt, quod „ nullam realem extensionem admittant, cum „ extensionem vocent merum phænomenon, ac „ ordinem coexistentium."

„ 136. Ex his patere potest, quid de vacuo doceant Physici. Extra mundum existere spatium vacuum propugnarunt Stoici, ac Pythagorici. Schola Athomistarum vacua spatiola „ inter corpora disseminari arbitratur, cui adhæsit Nevvtonus, qui ulterius vacuum *coacervatum* idest notabile spatium inane in natura „ admisit. Cartesiani quodcumque vel minimum inane esse prorsus impossibile censent, „ in quo quidem Aristotelem habuisse antesignanum pluribus probavit Eques Digby. Tandem Peripatetici vacuum quidem esse possibile concedunt: non existere tamen, imo „ naturam ab eodem abhorrere putant."

PROPOSITIO I. *Admitti in mundo debet penetrabilis extensio, in qua corpora recipiantur.*

137. *Probatur.* Certum est corpora existere solida, & extensa (*Logicæ n.* 195), ergo alicubi recipiantur necesse est; si enim essent in nihilo,

hilo jam non existerent : at esse nequeunt, vel in inextenso, vel in solido, cum ipsa extensa sint, ac solida, ergo sunt in extenso, ac penetrabili ; ergo datur penetrabilis extensio. Secundo : certum est corpora moveri posse juxta quamlibet directionem, adeoque suo motu dimensiones percurrere in longum, latum & profundum : at dimensiones istæ penetrabiles sunt ; cum percurrantur a corpore impenetrabili ; ergo existit penetrabilis extensio. Revera dum corpus ab uno puncto ad aliud dissitum transit, inter utrumque punctum distantia, sive extensio jacet : sed hæc successive occupatur a corpore solido, dum movetur ; ergo est penetrabilis.

PROPOSITIO II. *Vacua extensio , in qua corpora recipiuntur , idest spatium est interminatum , indivisibile , immobile , æternum , & improductum .*

138. *Probatur* quoad singula attributa . Hæc spatialis extensio, si terminis concluderetur, vel hi termini forent extensiones solidæ, vel penetrabiles : utrumlibet dicatur, nequeunt profecto extensionem terminare, cum extensio addita extensioni eamdem non terminet, sed augeat ; ergo spatialis extensio est interminata . Adde mundum esse extensionis finitæ, cum nullum ens positivum , præter Deum , possit esse infinitum : ergo extra mundum existere debet spatium capax aliorum corporum recipiendorum , alias mundus non esset finitus , ergo spatium est interminatum . Id autem ex Lucretio ita confirmat P. de Turris : existat homo in ultima mundi ora , quæro an possit movere brachium extra mundi convexitatem ; id certe possibile fateri debent adversarii , cum extra mundum nulla fingi queat resistentia : porro hoc brachium non movebitur in nihilo , alias brachium esset in nihilo , sive nullibi : movebitur ergo in alia extensione penetrabili , ergo extensio spatialis existit extra mundum , ergo est interminata .

139.

139. Secundo: spatium est indivisibile. Id autem nolim ita intelligas, quatenus spatium nullam habeat partium distinctionem, repugnat enim extensio sine partibus (n. 128) & hinc alia etsi spatii pars, quam occupat Mediolanum, alia, quam occupat Roma. Est itaque spatium indivisibile, idest insectile, quatenus ejus partes separari nequeunt, adeout una ad sinistram, alia ad dexteram plagam abire possit; id porro ex ejus infinitate consequitur, ut manifestum est.

140. Ex eadem spatii infinitate oritur ejus immobilitas, cum motus soli enti finito, ac limitibus circumscripto possit convenire. Adde motum esse translationem de loco ad locum; at spatium non occupat locum, sive non est in loco; alias daretur locus loci, & sic in infinitum, quod repugnat, ergo spatium immobile est.

141. Tandem spatium est æternum, & improductum. Si enim illud in tempore factum fuisse cum Musschembroekio dicas, jam, cum creatum a Deo fuit, alicubi collocari debuit, propterea spatium spatio præextitisset. Secundo: si spatium fuit a Deo creatum, poterit ab ipso annihilari cum toto mundo; at post quamcumque annihilationem, adhuc mens concipit dimensiones, & distantias ab uno imaginario puncto ad aliud; ergo, vel non erit spatium annihilatum contra hypothesim, vel dabitur spatii spatium, quod implicat. Tandem potest Deus alium mundum, præter hunc creatum, condere; hic novus mundus, vel tangeret nostri convexitatem, vel non: si secundum; jam existet inter utrumque improducta distantia. Si primum, cum sphæræ in puncto se tangant, adhuc erit distantia, sive spatium improductum inter utrumque mundum, ergo spatium est æternum, ac improductum.

142. *Corollarium I. Locus* est illa spatii pars, quæ a corporibus occupatur, Nunc corpus quodcumque est in spatio sibi æquali, quod tota sua dimensione replet; cum igitur locus ex communi physicorum sententia sit receptaculum, in quo

cor-

corpora continentur, erit consequenter corporis *locus* ea spatii pars, in qua recipitur.

143. *Corollarium II.* Falluntur Scholastici, & Cartesiani, cum pro loco assignant superficiem corporis continentis (*n.* 135): ac Leibnitiani, qui spatium definiunt *ordinem simultaneorum quatenus coexistunt*. Nam, quod proprie a corporibus occupatur, est extensum spatium (*n.* 142). Deinde in hac hypothesi totus mundus non foret in loco, atque destructis omnibus corporibus præter unum, hoc superstes in loco non esset, quod absurdum.

Solvuntur Objecta.

144. Opp. 1. Hæc extensio spatialis, vel spiritus est, vel corpus, quodlibet enim ens ad alterutrum referatur necesse est: at non est spiritus, cum partes habeat distinctas (*n.* 139) non corpus, cum solida non sit, ergo &c.

145. R. Hoc idem argumentum æque militare contra vacuum, quod tamen dari Recentiores pene omnes fatentur. Sed directe extensio spatialis neque spiritus est, neque corpus, sed capacitas & spiritus, & corpora recipiendi, ejusmodi etiam sunt tempus, & umbra, quæ neque sunt spiritus, neque corpus.

146. Opp. 2. Hæc spatialis extensio est æterna, immensa, improducta, independens: at hæc attributa soli Deo, qui est ens a se, possunt convenire, ergo &c.

147. R. Cum spatium sit pura capacitas recipiendorum corporum, sive simplex negatio corporis, corporearumque dimensionum, quod propterea a D. Augustino (*Lib. 8. Conf. cap. 1.*) *spatiosum nihil* appellatur, hinc Dei unitati non officit, quod æternum, immensum improductum dicatur, implicat enim existere præter Deum ens æternum, & improductum, quod sit positivum, non vero quod negativum sit.

148. Inst. Vel hæc extensio spatialis est purum nihil, vel aliquid reale positivum. Si pri-

mum, jam corpora in spatio, erunt in puro nihilo, quod implicat; imo destruetur spatium ad creationem corporum, cum privatio omnis tollatur ad oppositæ qualitatis creationem, eritque spatium ens pure imaginarium, sive ab intellectu confictum. Si vero dicatur aliquid reale, jam erit substantia: at substantia independens, improducta &c. est solus Deus, ergo &c.

149. R. Spatium esse aliquid reale, non fictum ab intellectu, cum sit vera capacitas corporum recipiendorum; at non propterea est substantia, cum non sit quid positivum, sed est quid negativum, sicuti est umbra, quæ realis est, habetque figuras, ac dimensiones reales, & tamen est pura lucis negatio, propterea nihil absurdi elucet in spatii attributis. Atque hinc patet corpora, quæ in spatio sunt, non esse in puro nihilo, sunt enim in extensa capacitate, sive dimensione penetrabili, quæ, proprie loquendo, non est ficta ab intellectu, sed tantum imaginaria vocari potest, eo quod instar corporeæ extensionis a nobis concipiatur.

PROPOSITIO III. *Spatium est quid a Deo ejusque immensitate plane diversum.*

150. *Probatur*. Dei attributa sunt ipse Deus (*Metaph. n.* 101). Igitur, si spatium est Deus, vel ipsius immensitas, jam Dei substantia erit extensa, quod absurdum est (*ibi n.* 101). Probatur sequela: corpora extensa commensurantur spatio: igitur vel commensurantur Deo, vel non; si primum, jam erunt in Deo partes, eritque major Dei substantia, in qua recipitur sol, quam illa, in qua recipitur terra. Si alterum dices, quomodo Deus in se recipit extensa? Forte ne in spiritu inextenso recipi possunt corpora tamquam in vase? Deinde corpora cum spatio compenetrantur, ergo Deus cum materia compenetrabitur; sed materia habet partes, ergo etiam Deus. Tandem spatium est extensio iners, & mere passiva, quacumque actione expers, & intelligentia ergo di-

distingui debet a Deo ente actuosissimo, ac perfectissimo.

Satisfit Adversariis.

151. Opp. Sacræ Scripturæ videntur huic opinioni favere. Nam (*Act.* 18.) inquit D. Paulus de Deo: „In ipso vivimus, movemur, & „ sumus; & *ad Rom.* 11. ex ipso, & per ipsum, „ & in ipso sunt omnia. *Jobi* 2. Excelsior cœ„ lo est, quid facies? profundior inferno, & „ unde cognosces? longior terra mensura ejus, „ & latior mari. *Hinc D. Gregorius* (hom. 8. in „ Ezechiel) *ait*: Ponamus ergo ante oculos „ mentis, quæ illa natura sit, quæ tenet o„ mnia, implet omnia, complectitur omnia, „ sustinet omnia. Nec alia ex parte sustinet, „ atque alia superexcedit, neque alia ex parte „ implet, atque alia circumplectitur; sed cir„ cumplectendo implet, implendo circumplecti„ tur, sustinendo superexcedit, superexcedendo „ sustinet." Similia apud alios SS. Patres leguntur.

152. R. nos in Deo vivere, moveri, & esse non quatenus Deus sit spatium, sed quatenus sua immensitate cuncta impiet, nobis dedit vitam, quam conservat, nobisque suo immediato concursu est continuo præsens; hinc subdit Apostolus: *sicut & quidam vestrorum poetarum dixerunt, ipsius enim & genus sumus*. Per quæ patet aliorum textuum explicatio, eo enim omnia tendunt, vel ut Dei immensitatem sub similitudine corporalium nobis ostendant, vel ut nos doceant omnia a Dei virtute produci, conservari, durare, operari. Audiatur D. Thomas in citatum Jobi testimonium. *Dicendum, quia Sacra Scriptura tradit nobis spiritualia, & divina sub similitudinibus corporalium, unde cum trinam dimensionem Deo attribuit, sub similitudine quantitatis corporeæ quantitatem virtualem ipsius designat: utpote per profunditatem virtutem ad cognoscendum occulta: per altitudinem excellentiam virtutis super omnia: per*

longitudinem durationem sui esse : per latitudinem effectum dilectionis ad omnia.

PROPOSITIO IV. *Spatium omnino vacuum non est impossibile.*

153. *Probatur* 1. Vacuum est possibile, si vacui idea sit plane diversa ab idea corporis, nullaque sit inter utramque necessaria connexio : res ita se habet, ergo &c. Major videtur certa : si enim spatium idem non sit cum corpore, jam poterit spatium esse sine corpore. Minorem vero probat Lokius ex ipsa controversia, quæ inter Philosophos fuit semper de existentia vacui ; nisi corporis idea, qua imbuti sunt, aliud quid in se contineret præter nudam spatii ideam ; nam tunc dubitando de universi plenitudine non minus absurdum foret quærere an spatium sit absque corpore, ac utrum spatium sit absque spatio, aut corpus absque corpore, cum hæc ejusdem ideæ nomina tantum diversa sint. Et certa idea spatii extensionem refert penetrabilem ; idea autem corporis extensionem solidam, ergo sunt penitus diversæ. Quod vero hæ duæ ideæ nullam necessariam inter se habeant connexionem, patet ulterius ex diversa utriusque origine, idea soliditatis a nobis acquiritur ope tactus ; idea vero extensionis ope visus : igitur, si numquam corpora tetigissemus, ideam haberemus extensionis, non vero soliditatis, ergo nulla inter istas est necessaria connexio. Id porro ita libet illustrare : objecti cavo speculo repræsentati imago quandoque extra speculum cernitur extensa, & penetrabilis, si quis ergo nihil vidisset unquam præter hæc penetrabilia idola, is certe haberet ideam extensionis, non vero soliditatis ; ergo hæ duæ ideæ sunt diversæ, nullam necessariam inter se connexionem habent, possuntque idcirco separari ; ergo vacuum est possibile.

154. *Probatur* 2. ex annichilatione. Deus potest, vel partem materiæ, vel totam redigere in ni-

nihilum. Destruat igitur omnia corpora, quæ clausum cubiculum replent, remanebunt cubiculi dimensiones, cum muri quiescant, & cuicumque extraneo corpori ingressum prohibeant: ergo dabitur vacuum inter ipsos. Rursus destruat Deus totum mundum, vel mundanam materiam in tres sphæras redigat; hæ tres sphæræ vel se tangent, vel non. Si primum: cum in puncto se tangere debeant, remanebunt inter earum convexitates vacua intervalla: si secundum, erunt inter ipsas distantiæ, vel dimensiones vacuæ; ergo saltem Dei virtute vacuum est possibile.

155. Respondent postremo argumento Cartesiani, in allata cubiculi vacui hypothesi parietes se tangere debere: nam illa se tangunt, inter quæ nihil mediat, sicuti contingeret destructis mediis omnibus corporibus. Addit P. Gerdillus, si hypothesis est possibilis, in hoc vacuo cubiculi spatio transferantur tot vacuæ extensionis pedes, quot spatii vacui dimensio continet: hæc addita dimensio vel primam augebit, vel non: primum implicat, cum parietes ponantur adamantini, & immobiles; si vero alterum dicas, jam vel in determinata dimensione, puta octo pedum, continebuntur 16 pedes dimensionis, quod repugnat, vel tantum erunt 8 quod est contra hypothesim penetrationis utriusque dimensionis. Quod si loco vacuæ extensionis transferantur totidem pedes solidæ extensionis, jam 16 cubici pedes extensionis occuparent 8 pedes dimensionis, quod absurdum est.

156. R. cum parietes ab intermediis corporibus non pendeant, ut existant, profecto non video, cur his ablatis, ad contactum ruere debeant, nisi dicamus extensionem esse corpus, ac propterea destrui una cum intermediis corporibus, adeoque supponamus, quod est in quæstione. Igitur in hypothesi, inter parietes remaneret capacitas recipiendorum corporum, quod sufficit, ne se tangere dicantur.

157. Ad alterum: translatio spatii est impossibilis, cum spatium sit immobile (*n.* 140), unde Gerdilli hypothesis falso laborat supposito. Deinde implicantia, ut 10 v. g. exstensionis pedes ad 8 redigantur, oritur a soliditate: igitur ubi hæc deficiat, nulla repugnantia est, ut infiniti etiam materiæ pedes ad punctum occupandum transeant. Et certe nonne duo corpora per Dei virtutem penetrari possunt, sicque ambo occupare spatium, quod unum eorum prius replebat? Cur ergo absurdum erit, ut duo solidæ materiæ pedes recipiantur in duobus vacuæ extensionis pedibus, atque ex his 4 duo tantum habeantur pedes solidæ extensionis?

PROPOSITIO V. *Admitti in natura debet vacuum disseminatum.*

Primum argumentum ex motu.

158. Negato vacuo quocumque, foret impossibilis motus localis. Nam, ut corpus moveatur, necesse est corpus mobili contiguum ipsi locum cedat, in quo mobile recipiatur; nequit autem hoc secundum primo locum cedere, nisi ipsi detur locus ab alio sequenti sibi proximo: sicque deinde; ut, ubi omnia sint plena, fieri nequit, ut unum corpus alteri locum cedat: finge enim omnia mundana spatia lapillorum fragmentis repleri, adeout nullum vel minimum inter ipsa vacuum existat, seseque propterea arctissime constringant, certe nullum poterit aliud e loco pellere, ipsiusque locum occupare, cum nullum sit spatium inane, in quo quod pellitur se recipiat; ergo negato vacuo impossibile est motus.

159. Respondent Cartesiani dari in mundo quamdam subtilem materiam, sive quemdam ætherem, cujus existentiam probat Gerdillus, ex eo quod in vacuo pneumatico recipiente, extracto quantum libuerit aere, quædam animalia diu vivant, ac consequenter sanguinis gaudeant circulatione, quam absque compressione atmospheræ fieri non posse demonstravit D. Drake: cumque aer ibi amplius non

non habeatur, saltem crassior, aptusque ad sanguinem in venas propellendum, sequitur subtilem cartesianam materiam ab aere diversam ibi hospitari. Igitur hæc subtilis materia corpora quæcumque circumdat, ac vorticoso motu cietur, propterea recurrens ad mobilis terga eodem instanti quo corpus movetur, motum in pleno efficit possibilem. Id confirmat Gerdillus hoc experimento: si in phiala aqua plena globus plumbeus immittatur, & exacte clausa phiala invertatur, globus per aquam movebitur: at aqua comprimi nequit, ut experti sunt Florentini, ergo motus ibi habetur absque vacuo.

160. At omissa subtilis materiæ existentia, quam noc probit allatum a Gerdillo experimentum, in quo major tribuitur vis ætheri, quam rarefacto in recipiente aeri contra cartesiana principia, juxta quæ æther est levis, & caussa raritatis corporum, adeoque nullam potest in corpora exercere sensibilem vim; hæc certe subtilis materia partes habebit extensas, inertes, ac solidas, proinde in pleno ejus motus pari modo repugnabit, ac motus corporum cæterorum, neque enim circularis etiam motus est possibilis in pleno; nam finge rotam pilis ferreis immobilibus compressam, hæc certe ad motum agetur numquam. Igitur vorticosus materiæ motus, ac regressus ad mobilis terga explicabit quidem motus continuationem, non tamen initium motus. Quod si dicas cum Hobbio, & Genuensi, nullum haberi motum in natura sine altero præcedente, reponam tibi motus corporis spontaneos, quos certe nullus præcedens motus determinat, sed tantummodo animæ imperium.

161. Ad exprimentum dicimus: aquam comprimi aliquantulum posse, ut probabimus alibi, unde patet cur plumbeus globus moveri per aquam, in phiala clausa possit, comprimit enim vel aquam vel aerem in ejus poris hospitantem, unde motus ejus fit ratione vacuolorum interspersorum.

Alterum argumentum ex corporum rarefactione, & condensatione.

162. Eadem materiæ quantitas potest nunc per compressionem minus occupare spatium, nunc vero majus per dilatationem: sic aer v. g. ope aquæ in glaciem densatæ in spatium 1838 minus, quam antea reducitur, ut observavit Halesius; ope autem rarefactionis spatium 4000 & multo etiam majus occupat teste Musschenbroekio. Quomodo autem explicari hæc poterunt, nisi vacui pori admittantur, quos in condensatione ingrediantur particulæ solidæ corporis, latus vero pateant, cum in dilatatione particulæ ab invicem recedunt?

163. Idem argumentum fiet clarius hoc geometrico ratiocinio. Si sphæra diametri = 1 dilatetur ad diametrum = 2, erit rarefactæ sphæræ superficies ad superficiem compressæ, ut quadrata diametrorum (*Geom. n.* 272): nempe 4: 1; moles autem, ut cubi diametrorum (*Geom. n.* 274): sive 8: 1. Jam vero subtilis materia, quæ in rarefactæ sphære cavitatem internam ingredi tempusculo dilatationis potest, erit superficiei, quam abit, proportionalis: sed ratio superficie est multo minor soliditate, sive interna implenda capacitate, ergo portio ætheris sphæram dilatatam primo tempusculo ingredientis non est sufficiens ad ejus implendam capacitatem; ergo aliquod ibi vacuum existere debet. Redeat nunc rarefacta sphæra ad primam compressionem, aer ipsi intimus egredietur tempusculo compressionis in ratione superficiei, quæ fit = 1: sed intimus aer replebat totam capacitatem, = 8, ergo compressionis tempusculo intra sphæram remanebit aer = 7 redactus ad spatium = 1, quod cette absque spatio nequit intelligi, nisi dicere velimus aeris particulas se penetrare.

164. Reponunt Cartesiani, contingere materiæ condensationem absque vacuo per solam expulsionem fluidissimi ætheris e poris, quos prius occu-

occupabat; rarefactionem vero per ejusdem materiæ intrusionem in poros, qui dilatantur: sicuti, inquit Genuensis, aqua, per suam intrusionem in ejus poros, rarefit, & congelat; per expulsionem vero eorumdem ope caloris factam solvitur, & densatur. Argumento autem geometrico respondet P. Monteiro negari posse hypothesim, vel dici posse materiam velocius ingredi per dilatatæ sphæræ poros.

165. Miramur hisce figmentis doctos etiam viros hærere. Si enim rarefactio fit per subtilis materiæ intrusionem, condensatio vero per ejusdem expulsionem, jam corpus rarefactum majorem obtinebit materiæ quantitatem, adeoque majus pondus, quam corpus densatum, quod experientia falsissimum demonstrat. Addo: de hac subtili materia quæri posse, num rara sit, num densa; si rara, erunt ergo ejus pori dilatati, adeoque alia subtili materia repleti, de qua rursus quæri poterit, num sit rara, num densa usque in infinitum procedendo. Si densa, profecto major ejus copia rarefactionem in corpore non producet.

166. Ad paritatem a Genuensi allatam quod attinet, quærimus abipso, cur omnia corpora tam firma, quam fluida, excepta aqua, frigore fiant densiora? deberent etiam æque fieri rariora, si ex intrusione salinarum particularum tantummodo orietur glaciei expansio, cum frigus in omnibus corporibus a salinis particulis pendeat, quod alibi demonstrabitur; ex adverso cur omnia corpora caloris vi dilatentur? Itaque expansio aquæ in glaciem concretæ oritur ab effervescentia, quam in ipsa excitant heterogeneæ particulæ, ut in loco dicetur. Nunc advertere sufficiat aquam, dum congelat, vix 12 sui voluminis parte dilatari; quandoque nullam subire dilatationem, unde nulla ipsius comparatio cum ingenti expansione corporum rarefactorum, ac præcipue aeris) n. 162).

165. Si porro negetur hypothesis sphæræ se dilatantis ad duplam diametrum, vel se conden-

santis ad subduplam, nulla certe alia in tota philosophia admitti poterit hypothesis, cum nulla sit nostra simplicior. Adde hanc vocari non posse hypothesim, cum, ut cæteras omittam naturales rarefactiones, in aqua in vacuo recipiente posita aer inter ejus poros latens se notabiliter expandat in sphæræ figuram dum exit: Cum autem dicit Adversarius, ætherem velocius ingredi in dilatatam sphæram, affectum ponit nulla assignata caussa, quod physicæ legibus ab ipso quoque propugnatis evidentissime opponitur.

Tertium argumentum ex diversa corporum gravitate.

168. Existunt corpora, quæ sub paribus voluminibus diversam habent gravitatem. Patet hoc in auro, hydrargiro, plumbo, aqua, oleo &c. quorum si æqualia sumantur volumina, certum est omnium esse ponderosissimum aurum, tum mercurium &c. Hæc porro specificæ gravitatis diversitas nonnisi ex majori, ac minori materiæ quantitate oriri potest: sed omnium volumina sunt æqualia; necesse est ergo, ut in corpore minus gravi minor sit etiam materiæ quantitas, & consequenter in majori numero habeantur vacua spatiola, quantum nempe est discrimen gravitatis quod inter præfata corpora deprehenditur.

169. Hinc alia duo manant pro vacuo argumenta. I Si omnia corpora sint plena, erunt sub paribus voluminibus æque gravia, adeoque nullum solidum descendet per fluidum: solidorum enim per fluida descensus ex eo est, ut hydrostatici docent, quod solidum sit pari fluidi volumine specifice gravius. II Si omnia sint plena, habebunt sub eodem volumine parem materiæ quantitatem, adeoque puram inertiam, ergo æquo modo resistent fluida corporibus per ipsa descendentibus: nempe lapis pari velocitate decidet per aerem, & per aquam, quæ tamen non admittit experientia.

170. Respondent Cartesiani; materiam subtilem esse

esse omnino levem ; hinc quod corpus majorem continet in suis poris materiæ subtilis quantitatem, erit levius, ac minus resistet. Addit Genuensis incertam esse gravitatis physicam caussam, adeoque ignorari, cur corpora sint graviora, vel leviora, neque absque principii petitione stabiliri gravitatem massæ proportionalem : ignorari quomodo gravitas agat in corpora, nam in vacuo boyleano omnia gravia pari velocitate descendent ; sub æquatore corpora minus, sub polis autem magis gravitant; minus etiam ponderat corpus, quo magis a terræ centro distat. Quod resistentiam spectat, subdit idem Genuensis, inertiam quæ est caussa resistentiæ, non respondere quantitati materiæ, cum corpora agitatoria sint minus inertia: hinc, urget Cominale, oleum est levius aqua, & tamen est ipsa tenacius, universaliter liquores ponderosiores non sunt semper viscidiores, ut nostrum argumentum supponit.

171. Sed hæc plane futilia sunt. Primo hæc subtilis materia absolute levis est purum, putumque figmentum Cartesianorum: nam hæc materia est extensa, figurata, solida, ut ejus munera evincunt, cur ergo non erit gravis? Si gravis non est, nec agere, nec pati poterit, adeoque erit inutilis in hac rerum universitate, in qua omnia corpora nobis nota gravia sunt. Accedit hanc subtilem materiam ex Cartesiano systemate efficere sua pressione, ut corpora reliqua sint gravia, cohærentia, elastica : quomodo autem corporum sursum projectorum motum retardabit, eaque versus terram protrudet hæc levis materia? Quomodo sine gravitate divisionem corporum impedit? Quomodo absque resistendi vi compressam laminam dilatabit?

172. Undecumque vero gravitatis origo desumenda sit, ejus leges apprime novimus absque principii petitione, quomodo agat in corpora certa experimenta nos docent, ut infra ostendetur. Idem de inertia dicas, circa quam illud cum Nevvtono nunc advertimus, duplicem in fludis re-

respectu solidorum distingui debere resistentiam: alia ex fluidi inertia oritur, alia ex particularum fluidi tenacitate. Prima proportionalis est materiæ quantitati, adeoque semper eadem manet in quacumque ejusdem materiæ divisione; altera vero diversa fit pro diversa corpusculorum figura; de prima resistentia procedunt nostra argumenta pro vacuo asserendo: secundam vero respiciunt Cominalis observationes, unde patet solutio.

Satisfit Objectis.

173. Opp. 1 ex Aristotele. Ubi omnia sint plena fit major universi perfectio: id porro ita exornatur a Leibnitio ex principio rationis sufficientis, & ex Optimismo. Quidquid a Deo factum fuit, optimum productum est; ergo mundus optimam habet perfectionem: atqui major est in mundo perfectio, ubi omnia sunt plena, cum aliquid sit melius nihilo, ergo &c. Deinde, posito vacuo, nulla foret sufficiens ratio determinatæ figuræ in corporibus: nam hæc ratio non aliunde sumi potest, quam ex ambientibus corporibus. Tandem nulla quoque foret sufficiens ratio, cur corpora hunc, vel illum occupent locum, cum enim sint homogeneæ spatii partes, jam Deus sine sufficienti ratione corpora potius ad orientem v. g. quam ad occidentem locasset.

174. R. ad 1 Cum motus, corporum elasticitas, diversa specifica gravitas, ac tesistentia ad universi perfectionem mitum in modum conferant: cumque ea phænomena, ex probatis, citra vacuum explicari nequeant, proculdubio vacuum ad universi perfectionem conducit. Quamvis igitur aliquid sit melius nihilo, quod ex se nullius perfectionis est capax, sit tamen nihil sonditio necessaria, ut stet universi perfectio: quemadmodum umbræ picturæ perfectionem extollunt, & silentiorum interpositiones in cantu suavitatem promevent cantilenæ.

175. Ad alterum. Ratio sufficiens figuræ corporum,

porum, non a circumambientibus sumenda est, sed ab ipsa corporum limitatione, ac finita extensione; vi cujus fit, ut sint circumscripta, & consequenter figurata.

176. Ad 3. Ratio sufficiens locorum corporis est voluntas Dei, de qua supra (*n.* 75.).

177. Opp. 2. Genuensis. Fluidorum elasticorum particulæ ab omni parte æqualiter premuntur, ergo nullum est in rebus inane; etenim si fluido inane aliquod permisceatur, vix intelligi potest, qui fiat, et quælibet fluidi particula undequaque prematur, ac fluidorum consistat æquilibrium.

178. R. nego conseq. Nam æqualis fluidorum pressio, sive æquilibrium in primis explicari potest cum Nevvtonianis ope attractionis: deinde consistere potest, etsi undique prematur fluidum a subtiliori fluido vacuolis interspersο, dummodo hæc vacuola majora non sint respondentibus fluidi particulis. Et certe, si prementis aeris pori dicantur pleni æthere, ut contendit adversarius, cum hic sit prorsus levis, vel certe mnlto minorem efficere debeat pressionem, quam aer, remanebit etiam a Cartesiano explicanda æqualis fluidorum pressio. Verum de æquali particularum fluidi pressione fusius in hydrostatica.

179: Opp. 3. Admisso vacuo disseminato, aer utpote rarissimus, copiosissimis vacuolis interrumperetur. Inde autem hæc duo sequuntur: primum, ut subobscurus apparere debeat etiam præsente sole, cum vacui pori luce orbati nigroris sensationem efficiant. Alterum est, ut particulæ aeris superiores descendere debeant ad replenda inferiora spatia, in quibus nullum offendunt impedimentum, idest determinata vacuola.

180. R. ad 1. Cum lux in sententia nostra sita sit in particulis substantialibus a lucido corpore emanantibus, nunquam lux a sole, & stellis ad nos perveniret, nisi per vacuos poros aeris ipsi pateret aditus. Multa itaque inania spatiola in aere pervaduntur a lucidis particulis præser-

te

te sole; multa etiam vacua prorsus remanent; neque tamen suboscurus apparet aer ob ingentem luminis velocitatem, qua fit, ut plures spatii partes successive peragrans, totum spatium eodem tempore lucidum exhibeat: qua etiam de caussa ignita virga in gyrum velocissime acta lucidum continuum circulum oculis repraesentat; & vitrum illuminatum apparet totum splendidum, licet ejus solidae partes a luce non penetrentur.

181. Ad alterum: ut particulae aeris superiores ad inferiora vacuola occupanda descenderent, necesse foret superiores essent inferioribus graviores, & subjectis poris minores. At primum falsum est, cum aer ascendendo rarescat, leviorque fiat: sed etiam alterum falsum est, cum particulae aeris, utpote fortasse sphaericae, se in puncto contingant, unde interjecta spatiola sunt ipsis sphaeris minora.

De coacervato nevvtoniano vacuo, tum de peripatetico horrore vacui (n. 136), erit in Physica particulari opportunior disputandi locus.

ARTICULUS II.

De extensione solida, sive impenetrabili, ubi de materiae divisibilitate.

182. *Hypoth. Soliditas* sumpta pro impenetrabilitate molissimis etiam, ac fluidis corporibus convenit. Accipe vasculum, ejusque interno fundo aridam chartam infige: tum vas in aqua totam perpendiculariter immerge, aer in vasculo hospitans ab introeunte aqua condensatur prope internum vasis fundum, ibique collectus soliditate sua impedit, ne aqua fundum attingat, ut extracto vase, chartae ariditas ostendit. Simile quidpiam contingit in campana urinatoria, quae est machina instar campanae ex plumbo fusa, intra quam urinator ad mediam staturae suae altitudinem supra alligatum scabellum insidet; in hac enim campana in mare perpendiculariter immersa nihil aquae ad fundum ingreditur, ubi sistens urinator ad maris craterem pervenit, ac deperdi-

tas

tas naufragio merces perquirit. Aer ergo utcunque fluidissimus, tamen solidus est cum excludat corpora e loco, quem occupat.

183. *Animadv.* Circa extensionem solidam celeberrima oritur quæstio: num ab extensis partibus usque in infinitum divisibilibus componatur, num vero ex partibus numero finitis, & inextensis, quam quæstionem vocant *compositionem continui.*

Opiniones Philosophorum.

„ 184. Ad continui compositionem evolven-
„ dam duæ sunt oppositæ physicorum sententiæ.
„ Prima erit Aristotelica, juxta quam pars
„ quælibet vel minima continui potest in alias
„ minores, ac minores usque in infinitum dividi.
„ Huic adhæserunt Peripatetici, tum Carte-
„ siani ac Geometræ pene omnes. Altera est
„ Zenonis, qui extensum ex finito punctorum
„ inextensorum numero componi arbitratus est
„ (*n.* 57).

„ 185. Ad infinitæ divisibilitatis assertores
„ referri possunt Athomistæ, qui ex *minimis phy-*
„ *sicis* extensa coalescere dixerunt, sunt autem
„ hæc *minima physica*, sive athomi, corpuscula
„ quædam tenuissima, quæ tamen aliqua donan-
„ tur magnitudine, & extensione, propterea
„ suas partes habent non tamen divisibiles,
„ quia solidissima sunt, inanique carent, sed
„ per solam mentis designationem eorum par-
„ tes distinguuntur. In eo igitur a sensibili
„ corpore differunt athomi continuum compo-
„ nentes, quod corpus habet partes, quæ fue-
„ runt aliquando separatæ, possuntque separa-
„ ri: athomus vero partes habet, quæ fuerunt
„ semper conjunctæ, ac nunquam dissolvi pos-
„ sunt. Hanc continui structuram amplexi sunt
„ Gassendus, Nevvtonus, Muschembroekius,
„ & Recentiores ferme omnes.

„ 186. Zenonistica puncta æmulatur Wolphius
„ in eo a Zenone discedens, quod prima re-
„ rum elementa indivisibilia quidem, & inex-
„ tensa dixerit, sed ulterius inter se dissimilia

(n.

„ *n.* 57), cum puncta zenonica omnino simi-
„ lia supponantur. Ad hoc etiam systema re-
„ ferri debet Boscovichii theoria, quam legere
„ est præcipuæ in secunda parte dissertationis
„ *de lumine*, & in dissertatione *de lege continui-*
„ *tatis*: per ipsum enim corpus ex determina-
„ to punctorum numero coalescit (n. 58), quæ
„ per extensum spatium aliquo intervallo di-
„ distant: adhuc tamen corpus in infinitum di-
„ visibile est, quia nempe, ubi sectionum nu-
„ merus superet numerum punctorum, jam non
„ ipsa materia secatur, sed secantur vacua in-
„ tercepta spatiola, quæ quidem spatii ima-
„ ginaria divisibilitas nihil aliud est, quam
„ possibilitas aliorum punctorum inter puncta
„ realia interserendorum. "

187. *Animadv.* In hac dirimenda famigeratissima controversia, quæ a duobus plusquam mille annis Physicorum exercet ingenia, Veteres, ac Recentiores potissimum Geometriam in subsidium vocarunt. Præstabit igitur de usu Geometriæ in hac physica lite aliquid prænotare, antequam sententiam nostram aperiamus.

188. *Definitiones*. *Magnitudo*, vel *quantitas* est multitudo partium unum totum componentium. Hujus sex sunt species: nempe quantitas *molis*, *numeri*, *temporis*, *motus*, *ponderis*, *virtutis*.

189. Magnitudo absolute *infinita* vel *infinite magna* ea est, quæ ad quamlibet sui generis magnitudinem habet rationem qualibet assignabili majorem: hæc a Scholasticis vocatur *infinitum categorematicum*, cui nempe, utpote completo, nulla fieri potest additio, quodque ab Aristotele definitur (*lib.* 1. *de Cælo*) *id, quo non est majus nec esse potest*. Licet nulla hujuscemodi quantitas existat, potest tamen mente concipi magnitudo quamcunque assignabilem excedens, quæ proinde dicetur *relative infinita*. Hanc Sholastici nominant *Infinitum sincategorematicum*, de cujus natura est, ut in ejus divisione, vel numero limites statui nequeant.

190. Magnitudo *infinitesima*, vel *infinite parva* ap-

appellatur, quæ ad sui generis finitam magnitudinem comparata rationem habet qualibet assignabili minorem. Divide lineam in duas æquales partes, harum dimidiam biseca; habebis quartam totius lineæ partem, quam rursus divide, & habebis octavam, & sic progredere usque in infinitum, partes in infinitum decrescentes in ratione subdupla erunt infinitesimæ.

191. *Scholion I.* Infinite magni, & infinite parvi *nomina sunt relativa; hinc eadem quantitas, quæ finita scipsa est, potest dici infinite magna respectu unius, & infinite parva respectu alterius v. g. altitudo montis dici poterit, quoad sensus,* infinite magna *respectu granuli arenæ, &* infinite parva *respectu distantiæ fixarum. Similiter, cum mens concipit partem infinitesimam respectu unius quantitatis finitæ, tum potest concipere aliam infinitesimam, quæ ad primam infinitesimam habeat rationem quacumque assignabili minorem, atque prima infinitesima dicitur* primi ordinis, *altera* secundi, *sicque deinceps* tertii &c. ordinis *infinitesimas possumus imaginari.*

192. *Scholion II. Quantitas finita ad infinite parvam comparata, juxta Geometras, se habet ut* 1 *ad* 0. *Hinc est, quod quantitas infinita eadem semper manet, sive ipsi addatur, sive ab ea subducatur quantitas infinitesima, cum* 1 ± 0 = 1, *vel* 0 ± 1 = 1 *; patet propterea veritas euclidei theorematis:* quantitates duæ sunt æquales, si differentia sit qualibet assignabili minor. *Idem dicendum de finita multitudine quantitatum in infinite parvarum: siquidem quantitas infinite parva per finitum quemvis numerum multiplicata dat majorem, sed tamen infinitesimam quantitatem, sicuti finita quantitas in finitium quemvis numerum ducta dat majorem, sed tamen finitam quantitatem. Id autem clarius intelliges hac ratione. Sit quantitas infinitesima* a *: multiplicetur per finitum numerum* n, *dico productum* an *esse infinitesimum: nisi hoc verum foret, jam aliqua finita quantitas puta* b, *haberet assignabilem rationem ad productum* an, *ergo haberet etiam assignabilem rationem ad idem*
pro-

productum per finitum quemvis numerum divisum, puta per n. at non datur ratio b *ad* $\frac{an}{n}$, *cum quotus sit* a (Arith. n. 103); *nempe ipsa quantitas infinitesima, ergo productam* an *est infinite parvum*.

PROPOSITIO I. *Mathematicæ demonstrationes ineptæ sunt ad continui physici compositionem determinandam*.

193. *Probatur* 1. ex diverso Physicæ, & Mathesis objecto. Physicæ objectum est corpus sensibile, verum, reale, & existens: mathesis autem, ac præcipuo Geometriæ objectum est abstracta dimensio, quæ per intellectum a corporibus separatur, nullamque existentiam habet extra Geometræ mentem; ergo nequit mathesis pro physici continui compositione suppeditare apta argumenta, cum nulla sit consequentia a quantitate unius generis ad aliam alterius generis. Et sane omnia Geometriæ theoremata, tamquam a fundamentalibus ideis, a notionibus *puncti, lineæ*, ac *superficiei* pendent; sed Geometriæ *puncta*, *linea*, & *superficies* nec existunt, nec existere possunt: quid ergo ab idealibus, imo impossibilibus fundamentis fit transitus ad corpora realia & existentia? Prob. min. *Punctum* est illud, cujus nulla pars, ergo est purum nihil, adeoque non existit, neque existere potest. Punctum fluendo lineam generat, nempe nihil generat nihil: deinde, si punctum nullam habet longitudinem, quomodo poterit longitudinem generare? Linea motu laterali generat superficies: at quomodo linea omnis expers latitudinis potest latam superficiem generare? Idem dicas de corpore mathematico, quod ex superficiebus minime profundis recipit profunditatem. Geometriæ ergo fundamenta idealia sunt; imo impossibilia, utpote contradictoria, ergo his superextructa theoremata inepta sunt ad physici continui compositiongm determinandam.

194.

194. Respondent Keillius, a Turre, aliique recentiores: vere existere in natura puncta, lineas, & superficies. Nam omne corpus suos habet limites, qui constituunt superficies, hi spectati tamquam corporis termini ultimi carent profunditate, alias non essent ultimi. Similiter hæ superficies habent limites, nempe lineas omni ornatas latitudine, & profunditate, alias non essent ultimi fines. Hæc puncta, lineæ &c. non sunt partes lineæ, & superficiei, sed modificationes, idest ipsarum extrema; sunt vero materiales, quia in materia sunt, non quia sunt materia. Si superficies spectetur versus corpus, est primum corporis clementum, ac infinitesimum, ut docent recentes Geometræ: si vero spectetur sursum, sive extra corpus, est indivisibilis, ut fert vetus Geometria: igitur, cum hæc sint entia realia, & existentia; potest ex Geometriæ penu continui physici compositio determinari.

195. At hæc speciosa verba non eludunt argumenti vim. Vel enim isti ultimi corporum termini, qui dicuntur *puncta*, *lineæ superficies*, in mathematico rigoroso sensu sunt puræ negationes ulterioris excursus, quo sensu acceptæ ab Adversariis vocantur *materiæ*, *modificationes*, ac *non materia*, & tunc ad continui constitutionem non conferunt, quod ex negationibus, tamquam ex elementis nequit coalescere, & ex puris ideis terminari. Vel accipiuntur pro elementis infinitesimis, tuncque extensionem habebunt, & crassitiem, adeoque non erunt illa elementa inextensa, quibus innituntur Geometriæ theoremata. Uno verbo: vel *puncta*, *lineæ &c.* sunt quantitates inextensæ, vel non. Si primum, sunt purum nihil, totumque esse habent in sola Geometrarum mente; si secundum, jam corruunt demontrationes, quæ inexstensa supponunt, neque transferri possunt ad rerum existentium genesim definiendam.

196. *Probatur* 2. instituto examine quorumdam demonstrationum Geometriæ, quæ ad hanc rem

adduci solent, Ex multis, quæ videri possunt apud Musschembrokium, Petrum Martinum Desagulierum, Gravesandium, Kellium, Joannem Bapt. a Turre, Fortunatum Brixiensem, aliosque, unam tantummodo seligo, ex cujus falsitate patebit, quid de aliis sit sentiendum. Itaque, qui materiam in infinitas partes dividi posse contendunt, ita ex Geometria argumentantur: describantur duo circuli inæquales, sed concentrici, tum a majoris peripheriæ singulis punctis ducantur in centrum totidem rectæ; hæ, cum non concurramt, nisi in centro, secabunt minorem circulum in totidem distinctis punctis, ergo si numerus partium in majori circulo esset finitus, jam circulus major foret æqualis minori, quod perabsurdum est. Optime quidem: nunc dictam demonstrationem sensibili physico corpori applica: profecto sectionis puncta opus est sint aliquid, sive quid extensum, cum ex nullitatibus corpus physicum coagmentari minime possit. Itxque etiam lineæ secantes extensa puncta erunt extensæ. Concipe ergo circulum majorem habere 4. circumferentiæ pedes, sive pollices 48, ac consequenter lineas 576 (*Geom. n.* 19), quæ in centrum duci poterunt. Minor inscriptus circulus ita centro proximus sit, ut 50 linearum superficiem habeat; nonne impossibile erit lineas 576 a majori circulo ductas in distinctis punctis transire posse per peripheriam minorem linearum 50? Est ergo impossibilis in natura talis circulus, ad cujus centrum tantummodo radii omnes concurrant. Simili modo de aliis quibuscumque Geometriæ theorematis loquendum erit, quæ sensibilibus corporibus applicentur, ergo vanæ sunt mathematicæ demonstrationes, cum ad physica continua transferuntur.

197. *Probatur* 3 ex contradictione Geometriæ demonstrationum, qaæ ad continui compositionem traducuntur. Nam, quemadmodum ostendunt Geometræ, quamlibet vel minimam extensionis partem in infinitum esse divisibilem,

ita

ita ex adverso probant existere indivisibilia; etenim quæcumque recta perpendiculariter incidens in extremitate alicujus semidiametri tangit circulum in puncto prorsus indivisibili (*Geom. n.* 140): duo circuli excentrici, quorum unus alteri sit inscriptus se tangunt in puncto (*ex Euclide lib.* 3, *pr.* 13): angulus contactus est prorsus indivisibilis (*Geom. n.* 141), & quamvis in infinitum augeatur, nunquam potest angulum rectilineum superare, ut alia plura omittam. Igitur Geometriæ demonstrationes, & partes continui in infinitum extensas, & simul puncta dari inextensa evincunt, ergo ineptæ sunt ad physici corporis constitutionem determinandam.

198. *Coroll.* Quæ docent Geometræ de infinite parvis quantitatibus, earumque infinitis ordinibus (*n.* 189), puræ hypothesis limites non excedunt, quosque aliunde demonstratum non fuerit continui partes esse in infinitum divisibiles.

199. *Scholion. Ex his, quæ hactenus disputavi, nolim inferas: ad physicas veritates promovendas omnino inepta esse Geometriæ theoremata; magna enim esse usui in rebus physicis fatemur, quod clarius ex dicendis apparebit. Cavendum tantummodo est, ne omnia, quæ Geometræ effingunt, vel postulant, in natura existere putemus, est enim hic Geometriæ abusus maximorum errorum fœcundissima origo; sicuti admonent visi omnes præjudiciis vacui* (Bened. Castellus Optique de Couleurs).

PROPOSITIO II. *Inextensa nequeunt componere extensum.*

200. Pr. Duo inextensa vel se invicem tangunt secundum totam suam entitatem, vel secundum partem aliquam. Si hoc secundum dicas, jam erunt extensa, cum partes habeant diversum locum occupantes. Si vero primum, ergo majus spatium duo inextensa non occupabunt, quam unicum dumtaxat, adeoque rem extensam componere

ponere nòn poterunt. Quæ quidem ratio cum æqualiter militet de quibuscunque inextensis, quæ duobus hisce prioribus adduntur, compertum est ab inextensis, licet in infinitum multiplicatis, extensum coalescere non posse. Et certe: pars nequit dare toti id, quo ipsa caret, ergo nequit inextensum toti dare extensionem, cujus ipsa pars est expers: sic, quia infiniti cæci videndi carent facultate, quamtumvis multiplicentur, nequeunt unum videntem constituere: & infiniti Angeli, quia extensionis expertes, nequeunt uniti corpus extensum componere. Rursus, inquit Volterius, inter ens simplex, & extensum nulla proportio est, ergo sicuti ex ferreis, aut plumbeis micis invicem unitis nequit aurum concrescere, ita non potest ab inextensis fieri extensum.

201. *Corollarium I.* Quælibet vel minima physici continui pars mente concipitur in infinitum divisibilis. Nam quælibet vel minima physici continui pars est extensa, cum corpus componat extensum (n. 200): sed quod est extensum, jam est in partes divisibile, ut patet, ergo quælibet vel minima physici continui pars est in infinitum divisibilis.

202. *Corollarium II.* Etiam Epicuri athomi (n. 185) sunt in infinitum divisibiles: utcunque enim minimæ dicantur, sunt tamen extensæ, ac figuratæ, habent ergo superiorem, & inferiorem superficiem, partem dexteram, ac sinistram, ergo habent distinctas partes, adeoque sunt divisibiles saltem mente. Et sane, inquit Gerdillus, si hæ athomi sunt figuratæ, concipere possum aliquam ex his sphæricam; Jam vero intra sphæram possum distinguere cubum, intra cubum aliam minorem sphæram, sicque deinceps, cum id figuræ ideis necessario conveniat: igitur athomus partes habebit distinctas, mobiles, ac saltem mente divisibiles.

203. *Corollarium III.* Puncta Zenonis, monades Leibnitianæ, & puncta Boschovichiana sunt a naturæ regno profliganda; non enim possunt

com-

componere corpora exteusa (*n.* 200), de quorum constitutione hic disputamus.

204. Multa reponunt indivisibilum elementorum fautores ut probent ex inextensis fieri extensum. Primo inquiunt Leibnitiani: ex non numeris, idest ex unitatibus, quæ non sunt numeri, fit numerus; itaque etiam ex non extensis fiet extensio. Item ex militibus, quorum singuli non sunt exercitus, fit exercitus: a pari ex non extensis fiet extensio; siquidem partes totum aliquod componentes totius naturam habere non debent. Itaque putandum non est elementa extensionem componere, quatenus uniantur, seque tangant secundum aliquas facieculas, & tava conveniant plenis, & plena cavis; ut saxa calce concrescunt: uniuntur enim per vires activas, quibus sunt ornata, quatenus unum, inquit Wolphius, alterius exigit coexistentiam juxta se, ita ut nullum aliud interponi ipsis possit, nisi unione sublata, atque hoc modo primitiva corpuscola continuum extensum componunt. Addit Boschovichius totam corporis extensionem non esse a punctis indivisibilibus, e quibus coalescit compositum, sed a spatio extenso punctis intercepto (*n.* 186). Tandem physicorum punctorum assertores ajunt extensum indivisibile non repugnare, cum spiritus, v. g. anima humana, aut Angeli sint indivisibiles, possint tamen extensive existere, rebusque extensis æquari citra ullam partium physicarum necessitatem, unde non repugnant extensis athomis indivisibilitas (*n.* 185).

205. Verum, quæ primo loco afferunt Leibnitiani, facili negotio evertuntur attento discrimine inter continuam, ac discretam quantitatem (*n.* 129); quantitas enim *discreta* nihil aliud exigit, quam partium pluralitatem, sive aggregatum plurium, quæ divisa sint. At *continua* quantitas partes exigit distinctas, ac physice connexas. Nunc intelliges, quare

ex unitatibus fiat numeros, ex militibus exercitus; nam & numerus, & exercitus est quantitas discreta pluralitatem partium exigens, sive multitudinem unitatum. At quantitas, sive extensio continua partes exigit physice connexas, quarum una sit extra aliam, ita tamen una sit alteri unita, ut inter ipsas nulla alia pars interponi queat: quomodo autem partes continui se tangent, simulque non erit extra aliam, si fuerint inextensæ? Id certe intelliget nemo, cum partes inextensæ debent necessario in unum confluere (*n.* 260).

206. Cum vero ajunt partes naturam totius non habere, sicuti partes oculum componentes non sunt oculi, distingui debent in toto ea, quæ ipsi essentialia sunt, ut est totum, ab iis, quæ essentialia ipsi sunt ratione materiei, ex quo fit. Sic horologio, ut est tale compositum, est essentialis apta, & concinna rotarum dispositio; ut autem est ex ferro, est ipsi essentialis durities, pondus &c. Primi generis attributa singulis partibus non convenire evidens est: at secundi generis proprietates, cum e partibus singulis oriantur, & toti, & partibus sunt essentiales. Sic igitur partes oculi non sunt oculus, prout certam humorum, ac membranarum dispositionem importat, at oculi partes sunt pellucidæ, cum ex his habeat oculus, ut sit pellucidus. Cum itaque toti corporeo competat extensio ratione partium, hæ quoque extensæ esse debent.

207. Neque urgeas cum Leibnitianis extensionem esse merum phænomenon in sensibus nostris ortum ex confusa plurium simplicium perceptione, sicuti cæteræ sensibiles qualitates, puta frigoris, caloris &c. sunt phænomena in sensibus nostris facta: cur enim apparentes erunt qualitates omnes sensibiles, non item vero extensio? Addit Domina Duchastelet; ex simultanea confusa plurium inextensorum perceptione fieri

perce-

perceptionem extensionis, sicuti ex simultanea perceptione plurium insensibilium fit perceptio rei sensibilis: vel sicuti ex simultanea perceptione omnium pictæ imaginis partium fit perceptio totius imaginis, quæ tamen evanescit, si partes distinctas singillatim inspiciamus.

208. Verum inauditum prorsus est Leibnitianorum paradoxum: extensionem esse phænomenon, ac puram sensuum nostrorum impressionem, non autem absolutam, & primitivam materiæ adfectionem contra communem Philosophorum sensum, ac etiam experientiam, qua certi sumus nihil a nobis concipi posse materiale, & corporeum, quin exhibeatur cum extensione; id quod perspicue demonstrat extensionem ad primarias materiæ proprietates spectare juxta nevvtonianam philosophandi regulam (*n.* 12); ex qua patet discrimen extensionis a sensibilibus qualitatibus frigoris, caloris &c. quæ neque semper, neque eodem modo in corporibus omnibus apparent. Deinde, si extensio est purum phænomenon, certe non erit mere ideale uti Idealistæ putant, sed erit aliquid existens, sive caussam habebit existentem: at hæc existens caussa non alia esse potest, quam extensio elementorum, quæ extensionem sensibus exhibeant, sicuti caussa aliarum qualitatum sensibilium est figura varia particularum; igitur, ne phænomenon hoc extensionis absque sufficienti ratione admittamus, opus est dentur extensa elementa.

209. Ad paritatem picturæ quod spectat nulla institui potest comparatio inter pictæ imaginis partes, quæ separatæ sunt etiam sensibiles, & inter monades, quæ insensibiles sunt, ac penitus nullæ, quæque propterea etiam unitæ nullam in sensibus impressionem efficere queunt, cum per unionem neque augmentum molis, neque extensionis acquirant (*n.* 200). Adde immaginem pictam solum percellere oculorum sensum, extensionem vero in alios etiam sensus impressionem facere.

210. Sed ad principale argumentum redeundo, profecto non intelligimus, quomodo ex coexistentia inextensorum fiat extensum. Quid enim addit elementis inextensis hæc coexistentia, præter multitudinem? At multitudo extensionem non parit, aliasque existentia plurium spirituum rem extensam componeret: neque per unionem plurium potest eorum natura immutari.

211. Boscovichii autem theoria innititur legi continuitatis, quam non omnino certam esse infra probabitur. Deinde ipsa continuitatis lex, cui tantum fidit Boscovichius, ejus systema pessumdat omnino. Nam textura corporis juxta Adversarium, est aggregatum simplicium punctorum numero finitorum certis intervallis a se invicem distantium (n. 186), adeo ut in quovis corporeo volumine nullus habeatur verus mathematicus contactus, & infinite plus vacui spatii existat, quam partium solidarum (*P. Boscovich. lib.* 5. *de Def. Solis, & Lunæ, nota* 64): est autem per Boscovichium spatium vacuum nihil reale, sed ens plane imaginarium: ergo in quovis corpore perpetuus saltus habetur ex punctis realibus ad nihil, ex nihilo ad puncta realia, nullis interpositis gradibus. Sed & alia plura, Boschovichianam theoriam evertunt. Nam elementa ponuntur simplicia, & inextensa, totaque extensio est a spatio, quod est imaginarium: igitur corporum extensio non erit realis, sed imaginaria. Nullus admittitur verus corporum contactus contra sensuum evidentiam: virium conversiones de attractivis in repulsivas, & vicissim, earumque pene infiniti limites statuuntur sine ulla sufficienti ratione. Igitur fabulis tota hæc opinio amandanda.

212. Tandem dari extensa, simulque indivisibilia manifestam implicat contradictionem, cum extensum sit illud quod partes habet extra partes (n. 128): cujusque partes diversum exigunt occupare locum; rursus figuram aliquam habere debeat, cum quia indivisibilitas componi nequit (n. 202). Cum vero indivisibitatem extensioni

non

non opponi probant Adversarii paritate spiritus, qui extensum spatium occupare potest, proculdubio ignotum per ignotius explicant, atque supponunt posse spiritum coextendi spatio, perinde ac corpus, quod nullus dicet unquam (*Metaph.* n. 196): vel enim id fieri nullo modo potest, vel si dicatur posse spiritum spatio coextendi, id fiet per quamdam suæ virtutis præsentiam, non vero per veram, physicamque sui extensionem (*Metaph.* n. 193, & 196).

Diluuntur Objecta.

213. Opp. 1. ex Wolphio Genuensis. Si corpus quodlibet est in infinitum divisibile, corpus quodlibet est unio modorum sine substantia. Nam si hoc; jam in corpore nulla est pars simplex, ergo nulla erit substantia, cum substantia a nulla re pendere debeat; composita autem intrinsecus pendeant a componentibus.

214. R. totum argumentum falsæ inniti substantiæ ideæ, quod nempe substantia a nullis constituentibus partibus pendeat; si enim hæc foret substantia, proculdubio nulla daretur in mundo substantia præter spiritus, & monades leibnitianas, cum quæcumque alia res partibus intrinsecus constituatur; hinc neque homo foret substantia, quod ab anima, & corpore, tamquam a componentibus intrinsecus pendeat. Itaque substantia illa est, quæ per se subsistit absque ullius fulcimento (*Logicæ num.* 18. *Ontol.* n. 19): cumque partes materiæ, utcumque divisibiles, subjectum non exigant, cui inhæreant, erunt veræ substantiæ, etsi a componentibus tamquam a materiali caussa pendeant (*legatur n.* 69).

215. Opp. 2. In hac sententia illud sequitur maximum absurdum, nempe infinitum contineri in finito; hinc de finita extensione ea omnia dici possent, quæ de infinita asseruntur: puta, quod nullis terminis concludatur,

partes numerari nequeant; quod sit infinita, utpote partes habens extensas numero infinitas, quod contineat quidquid in genere magnitudinis possibile est. Sed hæc & falsa, & absurda sunt, ergo &c.

216. R. concedo in finita extensione numerum infinitum contineri. Dum porro id absurdum esse pronunciant Adversarii, distinguimus propositionem, si in finita extensione contineatur infinitus numerus partium finitarum, concedo; si contineatur infinitus numerus partium infinitesimarum, nego. Ostensum jam fuit finitum numerum partium infinite parvarum non constituere, nisi quantitatem infinite parvam (n. 192), hinc earumdem partium infinitesimarum numerus infinitus non dat nisi quantitatem, quæ absolute est finita, licet dici possit infinita respectu singularum infinite parvarum (n. 191). Atque hinc fluit responsio ad cætera, nempe, cum qantitas sit absolute finita, licet ejus infinitesimæ partes numerari nequeant, suis tamen concluditur terminis; neque infinitam habet extensionem, quia ejus infinitæ partes habent infinitesimam extensionem, neque continet omnem possibilem quantitatem, cum id soli absolute infinitæ quantitati possit convenire.

217. Inst. Data infinita divisibilitate, in qualibet materiæ parte haberentur partes majores, ac majores in infinitum: sed ubi habentur partes majores, ac majores in infinitum, ibi habetur extensio absolute infinita, ergo &c.

218. R. dist. majores haberentur partes majores, ac majores in infinitum, sed tamen infinitesimæ, conc. infinitæ, nego maj. & pari modo distincta minori, nego conseq. Partes in infinitum majores, quarum tamen singulæ sint infinitesimæ, non constituunt nisi finitam magnitudinem, sicuti infinitæ infinitesimæ secundi ordinis non dant nisi infinitesimam primi ordinis (n. 191).

219. Opp. 3. Si finita quantitas ex infinitis partibus coalesceret, jam omnia corpora forent æqua-

qualia, quia haberent æqualem infinitum numerum partium. Secundo; daretur unum infinitum majus alio: nam linea bipedalis est major linea pedali, & tamen utraque est in infinitas partes divisibilis. Tertio hic numerus infinitus partium vel est par, vel dispar, si par, addito uno fiet dispar; si dispar, addito uno fiet par; sed infinito nihil addi potest, ergo &c. Tandem ala unius muscæ totum mundum implere poterit, cum in infinitas subtiliores alas divisibilis statuatur.

220. R. Posse in primis negari omnem infinitum numerum esse alteri infinito numero æqualem: nam dato infinito numero hominum, certe esset major numerus oculorum, major numerus dentium, & adhuc major numerus capillorum. Deinde æqualis numerus partium non dat magnitudinum æqualitatem, nisi insuper partes in utraque quantitate sint magnitudinis æqualis: sic circuli omnes in 360 partes dividuntur, neque tamen omnes æquales sunt magnitudinis (*Geom. n.* 24).

221. Ad secundum. Licet repugnet in creatis unum infinitum absolutum, sive *categorematicum* majus alio (*n.* 189): non tamen impossibile est unum infinitum relativum, sive *syncategorematicum* alio majus, uti patet de infinita hominum multitudine.

222. Ad 3. Numerus infinitus a nobis adæquate concipi nequit. Nam infinitus numerus is est, qui & pares, & dispares transcendit, omnesque intra se complectitur. Neque inde inferti potest hunc numerum esse impossibilem, qui nempe neque sit par, neque dispar, sed omnes superet, sitque alternando, modo par, modo dispar, nullumque finem habeat unquam: si enim concipi a nobis posset, non foret infinitus.

223. Ad 4. Quod absurdum putant Adversarii, possibile demonstrarunt Gravesandus, Keillius, aliique Mathematici illo theoremate: *Data quavis materiæ particula, quantumvis exigua, & dato spatio quovis finito utcumque magno,*

possibile esse, ut materia hujus particulæ per totum illud spatium diffundatur, ipsumque ita adimpleat, ut nullus sit in eo porus, cujus diameter minimam datam lineam superet. Sed abstineamus in hac quæstione a Geometria (n. 193): si enim attendamus in quas miræ subtilitatis particulas arte, vel natura possit una materiæ particula physice resolvi, de quo sequenti propositione, objecta impossibilitas evanescet.

224. Opp. 4. Ut motus habeatur, necesse est percurrantur singulæ spatii partes: at in nostra sententia spatium infinitis partibus componitur; infinitæ autem partes percurri nequeunt, ergo foret impossibilis motus: Deinde, ut una hora transeat, necesse est omnes ejus partes transeant; sed infinitæ partes transire nequeunt, ergo &c.

225. R. infinitas tum spatii, tum horæ partes esse infinitesimas, quæ simul sumptæ constituunt & spatium, & tempus finitum (*num.* 216), propterea neque motus est impossibilis, neque transitus unius horæ.

225. Cæterum videant Zenonistæ, ne in eorum potius sententia certissimæ motus leges corruant, sintque omnes motus æque veloces. Si enim & tempus, & spatium indivisibilibus punctis coalescunt, non poterunt sane corpora ad motum acta plus, vel minus uno spatii puncto singulis indivisibilibus momentis peragrare. Ut ut enim velocissime moveantur, in uno percurrendo puncto minus uno instanti impendere nequeunt; ut ut autem tardissime moveantur, in uno instanti minus uno spatii puncto nequeunt percurrere. Omnia ergo corpora singulis momentis totidem spatii puncta peragrabunt, adeoque æquali velocitate movebuntur. Fingunt quidem Zenonistæ tardiori motui interjectas morulas, ut eumdem a velociori distinguant. Verum has fictitias morulas a continuo motu experientia ipsa satis superque excludit.

226. Opp. 5. Bælius (*art. Zenon*). In hac opi-
nione

sione duo sequuntur prorsus contraria; nempe impossibilem esse contactum partium immediatum: ac dari partium solidarum penetrationem. Primum probat hoc modo: quælibet extensionis pars ab alia distat infinito particularum numero; ergo impossibilis est immediatus contactus. Alterum hoc exemplo demonstrat: pila tormentaria aliquo colore infecta supra tabulam moveatur; profecto tabulam continget, cum id & pilæ gravitas, & coloris in tabula vestigium exigant. Jam vero hæ pilæ, & tabulæ partes, quæ se tangunt, sunt in infinitas partes divisibiles secundùm longitudinum, latitudinem, & profunditatem, ergo secundum suam profunditatem se tangunt, ergo penetrantur. Addunt alii, ut ostendant existere indivisibilia: potest Deus unius corporis partes omnes destruere, una tantum illarum conservata, sed hæc non coalesceret ex aliis partibus, cum omnes supponantur destructæ, ergo esset indivisibilis.

228. R. primum absurdum etiam posita finita materiæ divisibilitate locum habere. Nam illa se minime tangunt, quæ finito quovis partium numero distant ab invicem. Alterum etiam absurdum Zenonistis objici potest: etenim, si pila tormentaria punctis componitur; hæc puncta dum tangunt tabulæ puncta, penetrabuntur cum illis, se enim tangunt secundum se tota, ut proinde in idem spatium concurrant & bina, & millena puncta (n. 200).

229. R. itaque directe: corporum contactum haberi immediatum; cum inter eorum extremas superficies nulla est distantia. Jam verò corpora quæcumque, etsi in infinitas partes divisibilia, suos terminos, suasque superficies habent, suntque absolute finita (n. 216); quid igitur obstat ne inter extremas superficies duorum nulla sit distantia, adeoque contactus habeatur? At sunt superficies istæ in longum, latum, & profundum divisibiles. Ita sane: ergo se penetrabunt? minime gentium: illa enim penetrantur,

quæ eumdem prorsus locum occupant, sed istæ superficius sunt quidem in locis contiguis, sed tamen diversis, ergo se non penetrabunt.

230. Ad alterum. Nulla est pars materiæ, quæ non sit extensa (*num.* 200). Quare dum dicitur: Deum posse unam materiæ partem conservare aliis destructis, id intelligi debet de parte aliqua extensa, ac consequenter divisibili, non vero de parte inextensa, cum hujuscemodi partes inextensæ in rerum natura non existant.

231. Opp. tandem P. Boscovich (*Dissert. de natura, & usu infinit. & infinite parvorum*). Hæc sententia innititur doctrinæ infinitesimorum; quæ prorsus est falsa. Nam, si datur quantitas aliqua infinite parva, ea continebitur infinito numero in quavis quantitate finita, ut in palmo. Hinc incipiendo a parte sinistra palmi, erit aliqua pars infinitesima a nobis inassignabilis versus dexteram partem, quæ erit prima, secunda; tertia, & ita porro. Similiter incipiatur a parte dextera versus sinistram: erit aliqua secunda, tertia, & ita porro. Jam vero priores illæ, quæ ex parte sinistra jacent, relinquunt post se versus partem dexteram numerum earum partium infinitum, cum ferme totum palmum relinquant: illæ autem, quæ erant priores ex parte dextera, relinquunt versus dexteram partem numerum finitum: nam prima nihil relinquet, secunda unicam, tertia binas, & ita porro. Duæ igitur erunt in palmo particularum classes, quarum una versus dexteram relinquet numerum infinitum, altera numerum non infinitum. Particulæ, quæ ad secundam classem pertinent, esse debent omnes numero infinitæ, alias postrema ex iis, quæ pertinent ad primam Classem, non relinqueret post se numerum infinitum, adeoque ad eam classem non pertineret. Rursus hæ particulæ, quæ pertinent ad secundam classem, esse debent numero non infinitæ: si enim essent numero infinitæ, prima illa, quæ has

has omnes relinquit post se, relinqueret numerum infinitum, ac proinde non ad secundum, sed ad primam classem pertinuisset, ergo una aliqua particula, & relinquet post se numerum partium infinitum, & non infinitum, quod absurdum est. Et sane destruat Deus omnes particulas pertinentes ad primam classem, remanebunt quæ pertinent ad secundam, atque hæ erunt numero finitæ, cum pertineant ad secundam classem; non erunt autem numero finitæ, quia jacebant post particulas spectantes ad primam classem, quæ post se relinquunt particulas numero infinitas: ergo in unica particula transitus habebitur ab infinito ad non infinitum; sed hoc repugnat: ergo doctrina infinitesimorum, cui innititur opinio nostra, est prorsus falsa.

232. R. Primo doctrinam infinite parvorum non esse fundamentum, sed corollarium nostræ opinionis (n. 298). Deinde totum argumentum æque urgeri potest contra Boschovichii theoriam, quæ statuit imaginariam spatii divisibilitatem in infinitum (n. 196); cum enim hæc imaginaria spatii divisibilitas sit possibilitas infinitorum punctorum inter puncta realia interserendorum, jam palmus spatii v. g. infinita puncta capere potest, contra quæ militat objectum argumentum, ut manifestum est.

233. Cæterum distingui debent in quantitate continua partes sensibiles ab insensibilibus, & infinitesimis: Primæ sunt numero finitæ, ac determinatæ, adeoque contra istas vim non habet Adversarii argumentatio. Si vero de insensibilibus, & infinite parvis loquamur, una tantummodo est earum classis, nempe ipsarum unaquæque relinquit post se numerum infinitum. Ultima quidem, cum quantitatem terminet, post se nihil materiæ relinquit: at in se partes continet numero infinitas, ex quibus coalescit; hinc penultima, cum post se relinquit unam ex infinitis minoribus partibus compositam, pertinet ad illam classem, quæ post se relinquunt

numerum infinitum infinitesimarum. False itaque supponit argumentum duplicem infinitesimarum classem, quarum una relinquat post se numerum infinitum, altera numerum non infinitum, cum hæc secunda classis, loquendo de infinite parvis quantitatibus, locum non habeat in materia divisibili in infinitum.

PROPOSITIO III. *Quamvis materia possit natura, vel arte dividi in partes miræ subtilitatis, non est tamen in infinitas partes physice divisibilis.*

234. *Probatur*. 1 prop. pars ex multis observationibus præclarissimorum virorum circa miram subtilitatem materiæ. Boyleus vidit filum sericum a bombyce confectum trecentis ulnis anglicanis longum, quod duobus tantum granis cum semisse ponderabat: porro, si visibiles partes, quæ in tanta fili longitudine sunt conspicuæ, attendamus, quæ pro quolibet digito 600 esse possunt fili crassitudinem æquantes, certe obstupescet animus duo materiæ grana cum semisse in tot visibiles partes secari posse. Observavit Nievventitius ex lucernæ ellychnio tempore unius secundi particulas exire plures, quam exhibeantur n. 418660000000000000000000000000000000000000000000 quin ponderis contingat sensibile decrementum. Granum cocci, vulgo *carmin*, ex Noleti calculo 921600 aquæ particulis tingendis est aptum. Granum thuris accensum ex calculo P. Francisci de Lanis replet cubiculum latum, ac longum pedes 20, altum pedes 16 particulis 750000000000000, quæ omnes sunt sensibiles, cum olfactus organum afficiant. Idem Cl. Philosophus ope microscopii 27000000 vicium objecta augentis conspexit super hypericonis folia albissimum animal hordeaceo granulo æquale, 20 pedibus velocissime motis instructum: quænam porro fuit in hoc animalculo pedum, oculorum, vasorum, sanguinis, spirituum animalium subtilitas? Kellius ex observatis microscopii beneficio animalculis, quæ fluidis quibusdam innatant, calculum instituit, ac tantam de-

deprehendit in ipsis particularum sanguinis subtilitatem, ut si digitus cubicus in decem quintilliones partium divisus supponatur, una ex his partibus plusquam octo particulas dicti sanguinis contineat sua magnitudine, tum facta hypothesi 1000000 arenulas componere digitum cubicum, ostendit n. 1250000000000000000000000000 esse minorem numero particularum sanguinis, quæ possunt unum arenæ granum constituere: atque inde concludit 10256 montes, quorum quilibet monti totius orbis altissimo foret æqualis, continere minores numero arenulas, quam particulæ sanguinis horum animalculorum forent necessariæ ad unum arenæ granum componendum. Similia naturæ portenta legi possunt apud Levenoekium, Rohaultium, & alios. Quam ergo incredibilis materiæ divisibilitas!

235. Ars ipsa potest in particulas miræ subtilitatis materiam attenuare. Ope ignis aqua in eolipila resolvitur in vapores, quæ ad aquæ unciam multo minorem rationem habent, quam unitas ad 1336500000; uti demonstravit Nievventitius. De auri incredibili ductilitate mirabilia tradunt Rohaultius, Keillius, de Lanis, Nolletus, Reamurius, & alii; ut cætera omittam; testis est Musschembroekius artificem Augustæ Vindelicorum ex uno auri grano filum duxisse 500 pedes longum; quod dividi poterat in partes conspicuas 3600000. Ex quibus, aliisque pluribus patet quam humanum captum excedat physica, & actualis materiæ divisibilitas.

236. *Probatur* altera prop. pars: nempe suum materiæ divisibilitatis terminum esse. Nam quo magis corporum moles minuitur, eo semper partium separandarum crescit difficultas, orta vel ex defectu instrumentorum, quibus ad dividendum utimur, vel ex alio quocumque capite: igitur, ut partes in infinitum dividantur, necessaria videtur infinita vis, quæ cum in natura deficiat; sequitur physicam, & actualem materiæ divisibilitatem suos habere limites.

Eo vel magis quod congruum videtur in prima rerum creatione non infinitas particulas actu separatas, sed potius minima corpuscula ex infinitesimis partibus conflata fuisse a Deo condita, in quibus minimis physicis corporum materiam collocavimus (*n.* 49). Cum itaque ad hæc perventum in divisione fuerit, vel ad moleculas ex his immediate compositas, videtur ulterior physica materiæ divisio impossibilis naturæ, artisque viribus.

237 *Corollarium*. Etsi infinitæ numero partes in qualibet materiæ particula habeantur (*n.* 201) non sequitur tamen quamlibet materiæ partem in infinitum dividi arte, vel natura posse. Mentalis divisibilitas materiæ in infinitum, qua nempe concipimus infinitas partes in materia, dicitur *mathematica*: actualis vero divisibilitas, & separatio vocatur *physica*: hinc materia est quidem *mathematice* divisibilis in infinitum (*num.* 201), non tamen *physice* (*num.* 236).

CAPUT V.

De vi inertiæ.

338. *Definitio*. *Inertiæ* nomine intelligunt Nevtoniani vim materiæ insitam, qua fit, ut unumquodque corpus suum movendi, vel quiescendi statum conservet, atque resistat viribus, quæ illius statum mutare pertentant (*n.* 55).

239. *Scholion*, *Inertiæ vis duas comprehendit determinationes, quæ simul sumptæ adæquatam ejus notionem constituunt. Prima est, corpus nullam posse sibi inducere mutationem. Altera est: corpus jugiter resistere actionibus caussarum, quæ illius statum mutare nituntur. Hinc patet inertiam esse prorsus diversam a pura indifferentia ad motum, & quietem: nam corpora ex vi inertiæ nedum indifferentia sunt ad motum, & quietem, sed ulterius positive resistunt vi motrici, dum quiescunt: ac renituntur contra obstacula, dum moventur, qui effectus a sola indifferentia præstari nequeunt,*

quennt, sed positivam exigunt vim, a qua prodeant. *Hæc porro* inertiæ *vis tamquam mere* passiva *a Nevvtonianis habetur, eo quod non agat, nisi ab alia vi excitetur.*

PROPOSITIO. *Omnia corpora insitam habent inertiæ vim, qua suum statum conservare nituntur: estque hæc vis eorum massis directe proportionalis.*

240. *Probatur* 1 pars. Certum experientia est corpus quodcumque, quam habet magnitudinem, & figuram, tandiu conservare, quamdiu extrinseca causa ad illam immutandam accedat: si ergo nulla unquam adveniret hujuscemodi caussa, semper eadem perseveraret corporis magnitudo, ac figura, quod & de aliis motus, ac quietis statibus dicendum est. Certum ulterius est, quamlibet caussam non posse corporum statum mutare, sed illam tantummodo, quæ eorum resistentiam superat. Nam si quiescens corpus massam habeat 4, vis 2 non poterit ipsum impellere ad motum: similiter si moveatur corpus vi 4, non poterit ad quietem determinari ab obstaculo 2. Imo si corpori quiescenti A massam habenti 4 applicetur vis motrix B æqualis 8, post collisionem movebitur utique corpus A: at ejus velocitas minor erit 8, destruitur ergo in conflictu aliqua pars velocitatis, adeoque corpus A resistit actionibus vis motricis B, quæ illius statum mutare nititur: igitur corpora positivam exercent resistentiam, ut suum statum tenaciter conservent; inde enim tantummodo fit, ut difficulter a statu qualicunque suo deturbentur, ac in percutiente jactura contingat.

241. *Prob.* 2 pars. Sint corpora A, & B, sitque primi massa ad alterius massam, ut 4 : 2, diviso per mentem utroque corpore in æquales partes erunt. 4 partes corporis A, & 2 corporis B, sed pars quælibet mutationi resistit (*n.* 240), ergo si partiales utriusque corporis resistentiæ in unum colligantur, erit resistentia totalis corporis A ad resistentiam totalem corporis

poris B ut 4 : 2, sive in ratione massæ. Hinc compertum experientia est corpora quiescentia eo magis vi motrici resistere qua major est ipsorum massa, minusque resistere pro minori massa: ac etiam in motu corpora obstaculis resistere pro ratione massæ; ergo inertia, sumpta pro resistentia, massis directe respondet.

242. Confirmatur tota propositio. Resistentia corporum ne a suo deturbentur statu (quam nullus certe negare audebit) nullam aliam agnoscit caussam præter insitam materiæ vim, quam *inertiam* dicimus. Nam talis resistentia oriri nequit a materia extranea, quæ corpora circumambiat, tum quia in vacuo perinde resistunt corpora: tum quia hæc circumambiens materia nonnisi ratione inertiæ potest sui status mutationi resistere; tum quia resisterent corpora in ratione voluminis, cui circumambiens materia extranea est proportionalis, non vero in ratione massæ, quæ ultima ratio ostendit etiam vim resistendi proficisci non posse ab extensione corporum. Sed neque oriri potest ab impenetrabilitate, hæc enim exigit tantummodo, ne duo corpora idem occupent spatium, unde si corpus in aliud impingat, impenetrabilitas quiescentis efficit quidem, ut impingens secum abripiat corpus, in quod impegit, non vero ut ejus minuatur velocitas: non enim materia ratione impenetrabilitatis habet vim ad reagendum contra impingentem vim: Tertio; resistentia prorsus differt a gravitate, gravitas enim motui sibi contrario, idest sursum resistit: at ratione inertiæ resistit corpus vi motrici juxta quamlibet directionem, etiam cum gravitate conspirantem, vel eidem minime oppositam applicatæ. Fac enim deorsum feratur lapis vi 4, si ipsum ad velociorem motum manus percussione adigas, profecto dolorem in manu senties, atque majorem pro majori lapidis massa, qui dolor nonnisi a lapidis resistentia potest proficisci: item si lapidem horizontali directione, quæ gravitatis directioni minime opponitur, mo-

movere nitaris, resistentiam offendes in ratione massæ. Quarto resistentia hæc plani scabritiei tribui nequit: tum quia resistit corpus motui, si filo suspensum fuerit, vel in libero aere, vel in vacuo nullique plano innitatur: tum quia ejus resistentia multo major est plani scabritie. Tandem resistentia corporis in motu positi ab ejus impetu esse nequit, impetus enim est quidem caussa continuationis motus, non vero resistentiæ obstaculis, si corpus vi inertiæ careat. Cum ergo resistentia corporum, ne a suo deturbentur statu, proficisci nequeat ab ulla ex nobis notis adfectionibus corporum, concludendum eam oriri a vi quadam materiæ insita, quam *inertiam* dicimus.

243. *Corollarium.* Ex quo corpora quiescentia motui resistant, perperam intulit Cartesius quietem esse modum corporis positivum. Nam in quiete nulli distinguuntur gradus; quis enim dixerit ex corporibus A & B quiescentibus magis quiescere corpus A quam B? Resistentia ergo corporum quiescentium non est a quiete, quæ est pura motus negatio, sed ab inertiæ vi, quam corpus exercet solummodo in mutatione sui status per vim aliam in se impressam facta.

Audiuntur Adversarii.

244. Opp. 1. Nequit intelligi quid sit hæc inertiæ vis? vel enim est corpori conjuncta, vel ab eo distincta. Si primum dicatur, jam corpus aget in seipsum, cum suum statum positiva vi conservat. Si secundum: erit ergo quædam scholastica entitatula ab ipsa corporum substantia prorsus distincta, quæ aget in corpus, ergo non erit corpori essentialis. Addit Cominale hanc inertiæ vim esse quoddam prodigium, cum ex eadem vi & motus habeatur, & quies, sive motus, & non motus, nam vi inertiæ resistit corpus quiescens, ne moveatur; & resistit corpus motum, ne quiescat.

245. R. Inertiæ vim inter ea materiæ attributa posse recenseri, de quorum existentia certi ab experientia sumus, essentiam vero ignoramus. Quid sit materiæ impenetrabilitas, quid extensio, aliaque plurima attributa non explicabunt Adversarii, licet eorum existentiam nemo unus, præter Idealistas, negare audeat. Itaque putandum est inertiam esse vim primitivam materiæ, cujus sufficiens ratio est in materiæ elementis: quia vero elementorum determinationes intrinsecas ignoramus, idcirco non mirum, si occulta nobis sit physica inertiæ natura. Quemadmodum itaque Deus materiam ita creavit, ut ex intrinseca sibi vi impediat, ne alia materia suum occupet locum, ita eam vi quadam ornavit, qua resistit, ne a suo deturbetur statu, quæcunque tandem sit hujusce vis essentia. Neque implicat corpus agere in seipsum *secundario*, nempe conservando suum motus, vel quietis statum, quem ab extrinseca caussa accepit. Atque hinc patet inertiam non esse occultam qualitatem corporibus superadditam, sed quamdam vim a materiæ elementis profluentem, sive quamdam vim *immechanicam*, quam tamen si *occultam qualitatem* perfracte velis appellandam, non multum de nomine disputabo, dummodo *occultæ qualitatis* vocabulo intelligatur noti effectus ignota caussa.

246. Hinc patet ad Cominalis argumentum responsio. Ab inertia habet corpus, ut non potius motum, quam quietem exigat, sed tamen, dum in motu est, motum conservet: dum est in quiete, quietem retineat, unde tota corporis indifferentia est ad initium motus, vel quietis, non autem ad conservationem tum motus, vel quietis. Hinc intelliges, cur ex eadem vi motus haberi possit, ac quies pro diverso corporum statu: nempe ab eadem vi oritur conservatio motus, & quietis, non vero initium motus, & quietis. Concipe pilam marmoream; hæc certe suam figuram sphæricam tenaciter servat: in-

du-

ducatur in eadem pila ab artifice figura cubica, hanc quoque marmor constanter retinebit: num implicat idem marmor servare figuram sphæricam, & cubicam? Minime certe; cum illam tantummodo conservet, quæ ab extrinseca causa fuit inducta: pari modo de motu, ac quiete ejusdem corporis loquendum est; utriusque enim conservatio spectat ad statum corporis, ad quem retinendum ab inertia determinatur.

247. Opp. 2. Per solam passivam corporis indifferentiam ad motum, & quietem intelliguntur inertiæ phænomena. Nam, si corpora quiescentia sunt ad motum indifferentia, nequeunt motum in seipsis producere; ergo semper quiescent. Si in motu posita sunt ad quietem indifferentia, non poterunt motum extinguere, adeoque in motu perseverabunt, ergo &c.

248. R. Licet per solam passivam indifferentiam explicetur conservatio motus, ac quietis in corporibus, non explicatur tamen positiva resistentia, quam in utroque statu exercent, ne ab illo deturbentur; cum hæc nonnisi a positiva vi possit diffluere (*n.* 240).

Alii contra inertiam scrupuli infra opportunius excutientur.

CAPUT IV.

De vi attractionis.

249. *Definitio*. *Vis attractionis* est conatus corporum accedendi ad invicem. Hinc *gravitas pondus*, & *vis centripeta* idem fere important, ac vis attractiva.

Nevvtonianum Attractionis Systema.

250. *Quamvis* attractionis *vim antiquis etiam Philosophis aliquo modo subolúisse certum sit, uti demonstrat Juvenacensis Præsul Orlandus in notulis ad Elementa Physicæ Musschembroekii* (ad cap. 18), Nevvtoniana *tamen hæc vis dici solet, quod eam Nevvtonus, ejusque Discipuli illustrarint, multisque* expe-

experimentis, ac legibus celebrem reddiderint. Quid porro sit hæc attractio, sive quæ ejus efficiens caussa, non ita facile ex Nevvtonianorum mente potest determinari, dissentientibus a Præceptore Discipulis. Nevvtonus efficientem attractionis caussam se ignorare fatetur pluribus in locis, præcipue l. 1 princ. (schol. ad prop. 69) *ubi hæc habet* : vocem attractionis hic generaliter usurpo pro corporum conatu quocumque accedendi ad invicem, sive conatus iste fiat ab actione corporum, vel se mutuo petentium, vel per spiritus emissos se mutuo agitantium, sive is ab actione ætheris, aut aeris, mediique cujuscunque, sive corporei, sive incorporei oriatur corpora innatantia in se invicem utcunque impellentis. *Ulterius, cum attractionis vires expendit, se mathematice loqui a vero, & physico rerum statu abstrahendo, fatetur ingenue hisce verbis* (initio sec. 11, l. 1); qua de caussa jam pergo motum exponere corporum se mutuo trahentium, considerando vires centripetas tamquam attractiones; quamvis forte, si physice loquamur, verius dicantur impulsus. In mathematicis enim jam versamur; & propterea missis disputationibus physicis familiari utimur sermone, quo possimus a lectoribus mathematicis facilius intelligi: & (sub finem sectionis 8): vocem autem attractionis, impulsus, vel propensionis cujuscumque in centrum, indifferenter, & pro se mutuo promiscue usurpo: ac vires non physice, sed mathematice tantum considerando..... unde caveat lector, ne per hujusmodi voces cogitet me speciem, vel modum actionis, caussamve, aut rationem physicam alicui definire, vel centris (quæ sunt puncta mathematica) vires vere & physice tribuere: si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixero.

151. *Multo aliter opinantur Nevvtoni Discipuli, ex quibus plerique cum Musschembroekio, ejusque Commentatore* (§. 491) *censent attractionem esse* universalissimam materiæ proprietatem exiguissimis, ac minimis corporum elementis initio ab auctore

ctore naturæ largitam, quemadmodum est extensio, soliditas, & vis inertiæ, ab eaque elementorum attractione, compositorum inde corporum attractionem pendere. *Alii tandem* Occasionalistarum *Systematis fautores* (Metaph. n. 262.) *putant massam materiæ, ejusque variam distantiam esse occasionem a Deo stabilitam ad ordinem in mundo conservandum, ut corporum approximationem ipse producat immediata sua actione* (Mentor moderne discours 16. de Mon. Adisson &c.). *Hactenus quoad caussam attractionis efficientem*.

„ 252. Nunc de præcipuis attractionis legibus „ pauca. Prima est: *ut corpora omnia se attrahant* „ *in ratione directa massarum*. Cum enim particu- „ læ omnes se attrahant, jam integra corpo- „ ris attractio oritur ex numero particularum, „ e quibus coalescit, propterea attractio erit „ ut massa. Hinc compertum experientia est „ corpora densiora, minusque porosa se for- „ tius attrahere: sic particulæ salium, quo „ sunt densiores, & plana metalica, ac mar- „ morea, cum eorum pori aliqua obstruuntur „ materia, se vividius attrahunt.

„ 253. Altera attractionis lex est, *ut corpora* „ *se attrahant in ratione inversa quadratorum di-* „ *stantiæ; minimæ vero corporum partes in ratione* „ *inversa plusquam duplicata, idest triplicata, vel* „ *quadruplicata distantiarum*. Igitur si duo corpo- „ ra A, & B, distent ab invicem intervallo 4, „ alia vero duo C, & D intervallo 2, erit at- „ tractio primorum ad attractionem secundo- „ rum 4: 16. Si vero A, B, C, D sint minimæ „ materiæ particulæ, erit attractio primarum „ ad attractionem secundarum, ut 8: 64, vel „ 16: 256 (*Arith. n.* 116, 117. *Geom. n.* 194). Ra- „ tio primæ partis hujusce legis patebit, ubi „ de gravitate. Alterius vero partis ratio hæc „ est: si atractio minimarum particularum fo- „ ret in ratione inversa, duplicata distantia- „ rum, sicuti attractio corporum, jam vis at- „ tractiva minimarum particularum foret sensi- „ bilis etiam extra contactum, quo pacto gra-

„ vitas

„ vitas sive attractio corporum etiam in ali-
„ qua a tellure distantia est eadem, quæ in con-
„ tactu: sed minimæ particulæ extra contactum
„ non exercent sensibilem attractionis vim,
„ ergo earum vis contactu multo magis cre-
„ scit, quam minuantur distantiarum quadrata.

„ 254. Præter attractionem etiam *vim repellentem*, qua corpora se fugant, agnovit Nevvtonus, eamque ab attractione omnino independentem: hanc porro vim ait exerceri a corporibus in distantia positis: nempe, cum attractio ad certa intervalla pertingat, jam deficiente attractione succedit vis repellens, *sicuti in Algebra evanescentibus quantitatibus affirmativis incipiunt negativæ* (*in fine Opt.*). At Nevvtoniani plures vim repulsivam ab attractionum inæqualitate derivant; aquæ ex. gr. particulæ, *inquit Orlandus ad S.* 551 *Phys. Muss-schemb.*), si majore se vi attrahere ponantur, quam eædem attrahant olei particulas, tum olei particulæ majori quoque vi se invicem petere ponantur, quam aquæ particulas petunt, aqua, & oleum invicem commixta a se mutuo semper separabuntur, aquam innatante oleo. Quid simile fortasse accidere poterit in cæteris repulsionum phænomenis, quin ad repulsionis vim, & principium confugere sit necesse.

„ 255. Hæc de attractionis systemate sufficiant: erit enim de pluribus ejus phænomenis frequens disputandi locus. Illud nunc adnotabimus, attractionem, quam corporibus tribuit Nevvtonus, etiam ad ideas, ac spiritus fuisse a nonnullis extensam, ut legere est in libello italice edito Neapoli anno 1747; in quo auctor pseudoanonimus *De la Tourl* totus est, ut ex memoriæ phænomenis, & veritatum evidentia extorquente intellectus assensum mutuam idearum attractionem ac veluti magnetismum evincat.

„ 256. Corol. I. Attractio, prout a Nevvtono proponitur, diversa omnino est ab occultis

„ Sho-

„ Scholasticorum qualitatibus. Nevvtonus enim „ non asserit attractionem esse materiæ intrinsecam, ac distinctam ab impulsione, „ caussisque mechanicis (n. 250); neque ejus „ caussam efficientem physice determinat, sed „ ex quibusdam observationibus, ac experimentis vim attrahentem in natura existere „ concludit, tamquam notum effectum, cujus „ caussam se ignorare fatetur. Sicuti ergo si „ dicerem: magnes attrahit ferrum, cujus attractionis ignoro caussam, non propugnarem „ occultam qualitatem, sed manifesti effectus „ existentiam, nihil de ejus caussa asserendo; „ ita Nevvtonus universalem attractionem existere contendens, nihil de ejus caussa stabiliendo, de restauratis Peripateticorum occultis qualitatibus jure nequit postulari.

„ 257. Corrol. II. Seminevvtoniani, qui ajunt „ attractionem esse intrinsecum materiæ attributum, vel proprietatem (n. 251), postliminio „ revocant occultas scholasticorum qualitates: „ solo enim nomine differt attractio hoc sensu „ accepta a *sympathia*, & vis repellens ab *antypathia* Peripateticorum: sive enim dicas ferrum ad magnetem accedere, aquam ab oleo „ repelli, quia habet magnes vim attrahentem „ ferrum, oleum autem vim aquæ repulsivam; „ sive, quia habet magnes virtutem cum ferro „ *symphaticam*, oleum virtutem cum aqua *antipathicam*, idem profecto dicis, novoque solum „ vocabulo uteris.

„ 258. Sholion. Idem contra inertiam, quam „ vim materiæ intrinsecam diximus, urgere (numer. 243) quis posset. At advertendum nedum „ inertiam certissimis experimentis, ac constantibus, & universalibus nobis esse exploratam, sed ulterius nullam posse a nobis fingi „ externam caussam, cui inertiæ effectus possint „ adscribi (num. 242): imo cum hæc vis ipsam „ materiam immediate afficiat, impossibile videtur, aliunde oriri quam ab elementis componentibus, quibus propterea insitam inertiæ vim

„ cum

„ cum Nevvtono (*in defin. 3. princip. Math. Phil.*)
„ jure putamus: unde inertiam inter caussas sim-
„ plicissimas recensemus, ultra quas non licet
„ ulterius progredi. Verum attractionis phæno-
„ mena ex pluribus externis caussis prodire pos-
„ sunt, quas ipse Nevvtonus innuit (n.250), quæ-
„ que in loco dabuntur; hinc eam asserere ma-
„ teriæ intrinsecam, idem est ac occultas Scho-
„ lasticorum qualitates in Physicam revocare. „

PROPOSITIO. *Nevvtoniana attractio statui nequit veluti universalissima naturæ lex sive communis materiæ proprietas.*

259. *Probatur*. Naturæ lex, ac communis materiæ proprietas talis esse debet, ut datis certis conditionibus determinatos producat effectus (n. 7): atqui talis non est attractio: patet hoc ex innumeris attractionum speciebus inter se diversissimis ex Nevvtonianorum assertione: nam attractio planetaria est in ratione reciproca duplicata distantiarum, sequitur constanter massarum rationem, neque unquam in vim repellentem commutatur: attractio magnetica est in ratione reciproca, non duplicata, sed quadruplicata distantiarum, atque modo est attractio, modo repulsio, juxta respectum ad eosdem, vel diversos polos: electrica nulli subest legi, vidimus nihilominus eam prius attrahere, deinde repellere eadem corpora; attractio, qua vitrum suspendit liquorem in tubis capillaribus, non est in ratione massæ, sed sequitur internam vitri superficiem: attractio cohæsionis in singulis fere corporibus est diversa; alia enim in contactu magis, alia minus e sattrahunt; alia se repellunt, ac universaliter etiam in minimis distantiis attractio cohæsionis est nulla. Hæc omnia sunt ipsis Nevvtonianis certissima. Quomodo autem attractiones tam diversæ, & oppositis adfectionibus donatæ, quarum aliæ sequuntur rationem reciprocam duplicatam, aliæ quadruplicatam distantiarum: aliæ respondent massis, aliæ superficiebus: aliæ sunt semper attra-

ctio-

ctiones, aliæ in vim repellentem commutantur, quomodo, inquam, hi omnes oppositi effectus prodibunt ab una universalissima attractionis lege, sive ab eadem una communissima materiæ proprietate?

260. Hinc patet falsas esse leges, quibus innititur Nevvtoniana attractio (n. 252, 253). Nam attractio magnetica ex Musschembroekio non est, ut quantitas materiæ; intenditur enim, ac minuitur in eadem massa, cum figura mutatur, vel frictione magnes agitatur: attractio tuborum capillarium ad massam vitri nullam rationem habet. Non ergo certum est attractionem esse in ratione directa massarum.

261. Altera vero lex primo seipsam destruit, cum statuat in majoribus corporibus attractionem in ratione inversa quadratorum distantiæ, in minimis vero particulis in ratione inversa triplicata, vel quadruplicata (n. 253). Nam sicuti extensio, soliditas, & aliæ corporis adfectiones sunt a particulis ipsum componentibus, ita & de attractione dicendum erit; ergo quam servat contactus proportionem attractio particularum, eandem servare debet attractio integri compositi, cujus tota sufficiens ratio in elementis continetur. Deinde, observante Bernoville, si attractio agit in ratione massæ, ut fert prima lex cum diffunditur in distans, aget etiam in ratione massæ: sed massa crescit in ratione cuborum (*Geom. n.* 274), ergo semper imminuetur attractio in ratione inversa triplicata, non vero duplicata distantiarum. Tandem plura sunt corpora, quæ juxta se posita nullum exhibent attractionis indicium: alia; quæ attrahunt, cum attrita calorem conceperint, veluti cera obsignatoria, sulphur, colophonia, cæmentum, & cætera corpora *electrica* vocata: alia tandem, quæ etiam in distantia sensibili collocata ad se accedunt, veluti magnes, & ferrum. Est ergo fictitia prorsus secunda attractionis lex, quam Boscovichius, Nevvtoni cæte-

teroquin admirator, vocat *imperfectam, & a Geometria, ac Analysi prorsus eliminandam*, eamque repugnare pluribus ostendit (*Dissert. de lege virium &c. suppl. Phil. nat.*).

162. Hisce adde: ex hac universali attractione necessario consequi actionem in distans, quam impossibilem esse nemo non intelligit, cum contradictionem sapiat corpus agere in loco, in quo non est. Id autem contingeret, si attractio foret materiæ intrinseca: cum enim dicitur Saturnum pluribus millionibus leucarum a sole dissitum attrahi ab ipso sole, jam supponitur actionem solis imprimere quemdam motum Saturno: est ergo opus solis actio recipiatur in Saturno, cum ipsum moveat. Nunc quid est hæc solis actio transiens in Saturnum adeo dissitum? Est quid a Sole distinctum? est corpus? est spiritus? est nihil? Inquies cum anonymo Auctore dissertationis contra Hamsergerum. Solem in Saturnum agere non premendo, cum hæc actio contactum exigat, sed nitendo, seu tendendo in ipsum Saturnum, & vicissim, sicuti agunt in centrum grave, in scopum projectile, in primarios secundarii, in solem primarii. At bene est; hæc igitur mutua attractio Solis, & Saturni, aliorumque corporum est purus conatus cujuscumque corporis accedendi ad aliud, ideoque se movendi, non est ergo corpus indifferens ad motum, ut postulat inertiæ lex (*n.* 240), imo corpus motum in se ipso producet, ut ad aliud accedat. Si hoc absurdum fatearis, necesse ergo est agnoscas in attractione corporum actionem in distans.

163. Tandem attractio in datis distantiis convertitur in vim repellentem, & ex adverso vis repellens in attrahentem, idque in nonnullis tantum corporibus accidit, si Musschembroekium audias; suntque hæ repulsiones ex eodem Physico diversæ indolis, nec eandem agnoscunt caussam. Hanc repellentem vim ab attractione omnino independentem statuit Newtonus; alii vero

ro ab ipsa attractionum inæqualitate putant oriri: alii tandem idem ajunt esse principium attractionis, & repulsionis, ac sola nomina esse diversa; nempe eamdem caussam modo esse attrahentem, modo repellentem pro diverso corporis statu, (*Boscov. l. cit.*) ex quarum opinionum varietate pessimæ caussæ patrocinium apparet. Et sane: si vim attrahentem ab attractione diversam dixeris, inerit ergo eidem materiæ duplex opposita vis, attractionis, ac repulsionis, ac una in aliam sibi oppositam, pro sola distantiarum varietate, quæ corpori estrinseca omnino est, commutabitur; quod quantum a naturæ simplicitate abhorreat, nemo est, qui non videat. Si ab attractionum inæqualitate vim repellentem oriri dicas, certe non explicabis, quomodo etiam in vacuo corpora nonnulla solida se repellant, quomodo lux apposito obstaculo citra contactum per repellentem plani vim egrediatur: quænam enim major attractio fingi potest in lucem, quæ plani attractionem superet? Concludendum itaque est, nevvtonianam attractionem, quomodocumque explicetur, non esse naturæ legem universalem, & communem materiæ proprietatem.

264. *Corollarium*. Etsi plures existant in natura corporum accessus, & recessus, sive vis attrahentis, ac repellentis effectus, sunt tam adeo varii, & inconstantes, ut non ostendant uuam dari universalissimam attractionis legem. Unde concludendum plura attractionis phænomena ab externi aeris pressione pendere, aut materiæ impulsionibus, & effluviis, ut allas opportunius dicemus.

PHYSICÆ GENERALIS

PARS ALTERA, MECHANICA,

Sive de gravium tum solidorum, tum fluidorum motu.

265. UNiversalibus materiæ adfectionibus *mobilitas*, sive ad motum aptitudo accensenda est, a qua localis motus, omnium materialium phænomenorum caussa, originem habet. Hæc scientia motus, quæ *mechanica* dicitur, Recentiorum Physico-mathematicorum studio, ac labore exculta, & aucta adeo est, ut pars totius Philosophiæ utilissima, & jucundissima nostris temporibus jure habeatur; omnium enim materiæ attributorum longe nobilissima est mobilitas, cum quidquid in natura contingit, a motu sive naturali, sive artificiali proficiscatur. Hinc de utroque disputabimus.

CAPUT I.

De motus, natura, existentia, variisque speciebus.

266. D*Efinitiones*. *Motus* est transitus de loco ad locum, sive est continua & successiva loci mutatio, Hinc in motu duo distinguuntur termini: ille a quo mobile recedit; & ille, ad quem accedit: primus dici solet *terminus a quo*, alter *terminus ad quem*.

267. *Quies* est nuda motus privatio (n. 243); sive est permanentia corporis in eodem loco.

„ 268. Scholion. Motum in natura existere ne-
„ garunt veteres quidam sophistæ, quorum caus-
„ sam ad scepticismum promovendum multo fal-
„ laciarum apparatu novissime egit Bælius(*in dict.*
„ *art. Zenon.*). Ajebant autem hi sophistæ: omne
„ quod movetur, vel movetur in loco, in quo est,
„ vel in loco, in quo non est: si primum, jam
„ non movetur, cum e loco non exeat. Si se-

„ cun-

„ cundum, jam agit in loco, in quo non est,
„ quod impossibile. Ita arguebat contra motus
„ existentiam Diodorus Cronus. At Zeno cele-
„ berrimo sophismate *Achilles* dicto, motum ita
„ impugnabat. Si motus Achillis (qui referen-
„ te Homero velocissimus in currendo fuit),
„ ponatur centies velocior testudinis motu, di-
„ stet initio motus Achilles a testudine inter-
„ vallo unius milliaris, dum Achilles hoc mil-
„ liare conficit, testudo percurret centesimam
„ milliaris partem; dum hanc centesimam Achil-
„ les absolvit, testudo peragrabit centesimam
„ centesimæ; dum hæc ab Achille percurritur,
„ testudo millionesimam milliaris partem de-
„ scribet, & ita porro in infinitum; ergo Achil-
„ les numquam suo motu assequetur testudinem:
„ sed hoc apparentiæ opponitur, ergo qui ap-
„ paret, non est verus motus, ergo motus non
„ existit. Rursus idem Zeno ita arguebat: sa-
„ gitta in quolibet momento occupat spatium si-
„ bi æquale, ergo quiescit, quacumque vi im-
„ pulsa fuerit, non enim occuparet æquale sibi
„ spatium, si ab ipso exiret per motum. Et sa-
„ ne: cum temporis nonnisi unum indivisibile
„ possit existere, jam nequit assignari momen-
„ tum, quo sagitta exeat a loco; quodcumque
„ enim assignetur, esset in illo instanti sagit-
„ ta in loco, & non esset in eodem loco quod
„ repugnat. Tandem supra tabulam collocentur
„ duo æquales libri longitudinis duorum pedum,
„ se tangentes in duobus extremis suæ longitu-
„ dinis: ambo moveantur pari tempore, unus
„ supra alium, nempe unus orientem versus, al-
„ ter versus occidentem, quousque margo orien-
„ talis unius libri tangat alterum marginem oc-
„ cidentalem, jam videbis margines, qui ante
„ motum se tangebant, distare ab invicem pe-
„ dibus 4, cum tamen unusquisque liber non-
„ nisi duos spatii pedes confecerit, ergo motus
„ contradictione laborat. Hæc sunt præcipua
„ contra motus existentiam sophismata, de
„ quibus legendi Aristoteles (*lib. 6 Phys. cap. 9*), &
„ Balius (*loc. cit.*).

„ 269. Non multis opus est ad hæc enodanda.
„ Itaque corpus neque movetur in loco, in quo
„ est, neque in loco, in quo non est., sed transit a
„ loco, in quo erat, ad locum, in quo non erat. Ad
„ alterum: notum ex Arithmetica est seriem quan-
„ titatum in infinitum decrescentium finitæ quan-
„ titati æqualem esse (n.216). Jam vero, spatia ab
„ Achille, & testudine descripta conficiunt se-
„ riem fractionum $\frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000}$
„ &c., quarum communis numerator est unitas,
„ denominatores vero progrediuntur in ratione
„ numeratoris primæ fractionis ad suum denomi-
„ natorem, nempe 1: 100. Ut autem talis seriei
„ fiat additio, dividi debet 1 per denominatorem
„ primi termini, unitate mulctatum (*Wolph. de Arith.
„ infin.*); hinc fractio $\frac{1}{99}$ dabit partem milliaris
„ primo tempore a testudine descriptam; propte-
„ rea si Achilles in percurrendo una milliari
„ unum horæ quadrentem impendit, assequitur
„ testudinem post horæ quadrantem, & partem
„ horæ $\frac{1}{99}$ Ad tertium: licet sagitta in quolibet
„ momento occupet æquale sibi spatium, non ta-
„ men occupat idem spatium, cum in motu est.,
„ sed ab una spatii parte ad aliam successive
„ transit, in quo transitu sita est motus localis
„ natura (n.266). Ad ultimum: margines libro-
„ rum orientalis, & occidentalis recedunt ab
„ invicem in hypothesi intervallo 4 pedum,
„ sive tota longitudine duorum libror. simul
„ sumptorum, quæ 4 pedum supponitur. "

270. In quolibet motu quinque distinguamus oportet: corpus nempe quod movetur, & dicitur *mobile*; *spatium*, per quod movetur, idest linea, quam percurrit mobile instar puncti consideratum; *directio*, juxta quam movetur, idest linea recta, juxta quam mobile progreditur, ex cujus varia positione motus dicitur *obliquus*, *parallelus*, *perpendicularis* horizonti, aut alteri cuivis plano; *tempus*, quo motus durat; ac tandem *velocitas*, seu *celeritas*, ea nempe motus affectio, qua fit, ut mobile majori, vel minori tempore datum spatium absolvat.

271. Prima motus divisio est in *absolutum*, & *relativum*, sive *verum*, & *apparentem*, quorum discrimen patebit ex tradita spatii, sive loci *absoluti*, & *relativi* differentia (*n.* 133): motus enim *absolutus* est mutatio loci absoluti; motus vero *relativus* mutatio loci relativi. Ex adverso quies *absoluta* est permanentia in eodem loco absoluto; quies autem *relativa* est permanentia in eodem loco relativo.

272. *Scholion. Fieri potest ut corpus* absolute *moveatur*, & relative *quiescat*, *vel* relative *moveatur*, *quiescat vero* absolute; *ac tandem*, *tum* relative, *tum* absolute *moveatur*, *vel quiescat*. *Sic homo in navi citissime mota quiescens*, absolute *movetur*, *dum interim relate ad corpora circumstantia quiescit; si vero pari contrario motu ad puppim tendat*, *quiescit* absolute, & relative *movebitur*: *si tandem a puppi ad proram feratur*, *movebitur* absolute, & relative, *quiescet vero tum* absolute, *tum* relative, *si in navi quiescente sedeat*.

273. Altera motus divisio est in *communem* & *proprium*. Primus est, cum corpus ab alio transfertur: veluti homo rheda vectus. Alter est, quo corpus seipsum transfert, aut vi intrinseca, ut animal se movens, aut vi ab extrinseco accepta, ut lapis projectus.

274. Tandem motus vel est *æquabilis*, sive *uniformis*, vel *inæquabilis*, sive *variabilis*. Primus est, quo corpus æqualibus temporibus æqualia spatia percurrit. Alter ex adverso, quo corpus æqualibus temporibus inæqualia spatia describit, quæ spatia, si continuo augeantur, motus dicetur *acceleratus*, si vero minuantur, erit motus *retardatus*.

CAPUT II.

De Velocitate Corporum, & *de spatiis percursis a Corporibus æqualiter motis*.

275. DEfinitiones. *Tempus* est continua, perennis,

nis, & uniformis instantium sibi succedentium, ac pereuntium series. Ita exprimimus ideam temporis, quam habemus omnes, licet veram ejus naturam explicare nemo hactenus valuerit; incertum enim est, quid sit instans fugiens, ejusque lapsus.

176. Coexistentia pluribus ordine sibi succedentibus *duratio* dici solet: sic lectio v. g. eo magis durare dicitur, quo pluribus sibi succedentibus horologii oscillationibus coexistit. Quare *duratio* differt a *tempore*, cum sit relatio ad tempus.

277. *Velocitas*, seu *celeritas* est relatio spatii descripti ad tempus interea elapsum. Hinc, si duo corpora æquali tempore æqualia spatia metiantur, ea dicimus æqualem habere velocitatem; si vero inæqualibus temporibus æqualia spatia percurrant, illi majorem tribuimus velocitatem, quod breviori tempore; illi vero minorem, quod longiori tempore eamdem semitam absolvit.

278. *Scholion. Philosophi Mechanici spatiorum, velocitatem, ac temporum rationes mediis lineis designare solent: unde si quando dicam: rectas AB, CD, designare velocitates, vel tempora, vel spatia mobilium A, & C, hic erit sensus: velocitates, vel tempora, vel spatia mobilium A, & C eamdem inter se rationem habere, quam habent lineæ AB, CD.*

PROPOSITIO. *In motu æquabili spatium ad æqua productum, quod fit ex celeritate ducta in tempus.*

279. *Probatur*. Nam augetur spatium pro aucta celeritate sub eodem tempore, vel pro aucto tempore sub eadem celeritate; igitur spatium spectari potest veluti rectangulum, cujus basis velocitatem, altitudo autem tempus designet: alterutra enim ipsarum aucta crescit rectanguli area; sed rectangulum fit ex ductu basis in altitudinem (*Geom.* n. 115.), ergo spa-

spatium adæquat productum ex celeritate ducta in tempus.

280. *Corollarium* I. Celeritas cujuscumque mobilis exprimitur quoto spatii per tempus divisi. Item tempus exprimitur quoto spatii per celeritatem divisi. Patet horum ratio ex supra dictis (*n.* 125).

281. *Corollarium II.* In quolibet corpore æquabiliter moto tempus est directe, ut spatium, & inverse, ut celeritas. Item celeritas est directe ut spatium, & inverse ut tempus: rationem dedimus supra (*n.* 126). Atque hinc fit, in comparatis duobus mobilibus, quæ inæqualibus temporibus inæqualia spatio metiantur, celeritates esse in ratione composita ex directa spatiorum, & inversa temporum. Similiter tempora esse in ratione composita ex directa spatiorum, & inversa velocieatum,

282. *Corollarium III.* Ex rectangulorum proprietatibus, de quibus supra (*n.* 127) perspectum fit, in comparatis duobus, vel plnribus corporibus æqualibiliter motis: I spatia percursa æqualibus temporibus esse ut celeritates: II spatia percursa æqualibus celeritatibus esse ut tempora: III spatia descripta inæqualibus temporibus, ac celeritatibus, esse in ratione composita celeritatum, ac temporum: IV spatia esse æqualia, si mobilia habuerint velocitates cum temporibus reciprocas: adeoque vicissim, cum spatia æqualia sunt, & tempora inæqualia, celeritates esse in ratione inversa temporum; aut tempora esse in ratione inversa velocitatum, cum inæqualibus velocitatibus æqualia spatia percurruntur.

283. *Scholion*. *Præter celeritatem* absolutam, *quæ in æquali motu a percurso spatio æstimatur, (n. 281) agnoscunt Mechanici velocitatem* relativam, *qua duo corpora sibi invicem viciniora fiunt, vel a se magis magisque recedunt. Cum corpus motum alteri quiescenti accedit, vel ab eodem recedit, velocitas relativa est æqualis spatio percurso,*

adeoque absolutæ velocitati (n. 281). Similiter cum duo corpora ex oppositis partibus ad se accedunt, vel recedunt ab invicem, velocitas respectiva est, ut spatium percursum, adeoque ut summa velocitatum absolutarum. Tandem cum unum corpus aliud segnius motum juxta eamdem directionem insequitur, erit velocitas respectiva, ut differentia velocitatum absolutarum; tanto enim spatio celerius mobile alteri vicinum fiet, quantus in ipso est excessus velocitatis supra tardioris celeritatem.

CAPUT III.

De Motus Quantitate, justaque virium æstimatione.

284. Definitiones. *Vis motrix*, seu simpliciter *vis* est principium motus, seu id, quod motum in corpore producit, vel nititur producere.

285. Vis, quam corpus in motu positum contra obstacula exercet, *momentum*, vel *motus quantitas* vocatur.

286. Si vis corporis cum actuali motu conjuncta sit, qualis est in globo cadente; quæque a Veteribus *impetus* dicebatur, nunc a Mechanicis post Leibnitium *vis viva* audit. Si vis effectu careat, ac in solo nisu, & conatu consistat, ut est in corporibus supra terræ superficiem quiescentibus, quæ deorsum ferri nituntur: hæc, quæ *nisus ad motum* olim vocabatur, *vis mortua* leibnitiano nomine nuncupatur.

267. Scholion. I. Licet fortasse nulla sit vis absque vero motu: videtur enim perfectam quietem non posse cum nisu ad motum conciliari, quia nisus ad motum debet singulis momentis exiguas velocitates, quas *initiales* vocant, elicere, quæ ab obstaculorum resistentiis continenter elidantur: adhuc intelligimus discrimen inter vires *vivas* ac *mortuas*: nempe cum initiales velocitates constanter exiguuntur, nullusque sensibilis oritur motus, hoc erit *vis mortua*. Si autem

autem velocitatis incrementa conserventur, adeo ut eorum summa finitam componat velocitatem, sensibilemque motum, habebitur *vis viva*. Quia porro finita velocitas, utpote quantitas (*n.* 188), ex infinitis initialibus velocitatibus coalescit (*n.* 201), hinc vim vivam docent Recentiores esse infinitam præ mortua, adeoque utramque vim ad diversos quantitatum ordines spectare; sive quantitates esse heterogeneas, nullamque inter se comparationem admittere.„.

288. „ Scholion II. Vires sive mortuas, sive vivas a solo producto velocitatis in massam omnes Philosophi æstimare consueverunt usque ad Leibnitium, qui vires quidem mortuas a massis in velocitatem ductis æstimandas censuit; vires autem vivas a massis in velocitatum quadrata metiendas esse propugnavit. Hinc orta celeberrima controversia Leibnitianos inter, ac Cartesianos magno animorum æstu pro utraque sententia integris, ac spissis voluminibus disputantes. Nec defuere Viri præclarissimi, qui tantam litem summovere tentaverunt ad logomachiam, nominisque quæstionem disputationem totam redigentes Boscovichio (*Diss. de viribus vivis*) Alemberto, Jacquiero, aliisque.„

PROPOSITIO I. *Quantitates motus, sive momentum. est factum ex massa in celeritatem.*

289 *Probatur.* Cum corpus movetur, singulæ ejus partes æquali feruntur velocitate, proindeque totius corporis motus in singulas ejus partes æqualiter distribuitur: ergo quo plures sunt mobilis partes, quæ data celeritate moventur, eo major erit in corpore summa totius. Similiter quo major est corporis celeritas, fortius movetur corpus, ergo momentum corporis crescit in ratione massæ, & velocitatis, ergo erit ut factum, sive productum ex massa in celeritatem.

290. *Corollarium I.* Corporum momentum exprimi potest per rectangulum, cujus unum latus

massam, alterum velocitatem repræsentent: fit enim rectangulum ex ductu basis in altitudinem. (*Geom. n.* 115.).

291. *Corollarium II.* Si rectangulorum proprietates, de quibus supra (*n.* 127), præ oculis habeantur, patebit veritas harum legum. I momenta duorum corporum sunt inter se in ratione composita massarum, & celeritatem. II momenta duorum corporum, quorum massæ sunt æquales, sunt directe inter se ut eorumdem celeritates. III momenta duorum corporum, quæ eadem celeritate moventur, sunt inter se ut eorumdem massæ. IV momenta duorum corporum habentium celeritates cum massis reciprocas, sunt inter se æqualia.

PROPOSITIO II. *Vis viva corporum ex massa, & simplici velocitate æstimanda est.*

292. *Probatur.* Quilibet effectus est semper suæ caussæ adæquate proportionalis (*per axioma V, n.* 8): atqui impetus, sive vis viva corporis est effectus tum massæ, tum simplicis velocitatis; ergo exstimari debet ex massa, & simplici velocitate conjunctim. Et sane; actio cui vis commensuratur, debet esse proportionalis alicui caussæ actu existenti: sed in corpore moto existunt quidem massa, ac simplex velocitas, non autem velocitatis quadratum, ergo vis erit ut massa, & simplex celeritas. Tandem vis corporis agit juxta determinationem, quam habet: atqui tota determinatio corporis ad agendum est a simplici velocitate ab extrinseco accepta: si enim duo corpora æqualis massæ, sed inæqualis velocitatis, sibi invicem occurrant, impetus, quo corpus celerius motum in aliud agit, est ut excessus simplicis velocitatis, ergo vis quæcumque viva a massa, & simplici velocitate æstimanda est.

293. Deinde: si duo mollia corpora massas habentia cum velocitatibus reciprocas ad occursum veniant, quiescent in actu, uti experientia docet;

docet; ergo vires habent æquales, quæ æquilibrium efformant: at vires forent inæquales posita leibnitiana virium mensura. Sint enim dicta corpora AB, prioris massa sit 1, velocitas 2, secundi massa 2, velocitas 1, computatis viribus per quadrata velocitatum, foret vis A 4, & vis B 2, ergo inæquales vires æquilibrium facerent, quod absurdum. Tandem, ut alia plura omittam, observante Mariotto, vires fluminum sunt, ut massæ, & velocitates: sed massæ sequuntur simplices velocitates, ergo vires fluminum sunt ut quadrata velocitatum: at in leibnitiana sententia forent ut cubi velocitatum, cum ducto quadrato velocitatis in massam, quæ semper est ut ipsa velocitas, exurgat cubus ipsius, velocitatis: ergo rejicienda leibnitiana virium vivarum mensura.

Afferuntur nonnulla Leibnitianorum argumenta.

294. Opp. Leibnitius, ac Wolphius. Corpora gravia, cum descendunt, eam acquirunt vim, qua, medii seclusa resistentia, possint ad eam altitudinem ascendere, ex qua demissa fuerunt; sed hæ altitudines sunt semper ut quadrata velocitatis ex Galilæi theoria infra explicanda: ego vires vivæ, quæ sunt caussa spatii percursi, sunt in eadem ratione. Secundo: si globus ex variis altitudinibus successive demittatur in massam argillæ mollis, vel sebi, vel alterius similis materiæ, excavat foveas ipsis altitudinibus proportionales, idest ut quadrata velocitatum; sed fovearum excavatio est effectus vis vivæ; ergo vis viva est ut quadratum velocitatum. Tertio si globus A unius libræ cadat in mollem materiam ab altitudine pedum 4, & globus B ejusdem voluminis, sed librarum 4 ab altitudine unius pedis, excavabunt æquales foveas ut observavit Marchio Joannes Polenus, ergo vires sunt utrinque æquales: at, si vires æstimentur ex simplici velocitate, forent inæquales: nam

vis corporis A esset 1 ⋊ 2 ⊏ 2 : vis corporis B foret 4 ⋊ 1 ⊏ 4 : essent vero æquales si ex quadratis velocitatum in massas ductis æstimentur, ergo &c.

295. Ut his, aliisque bene multis similibus Leibnitianorum argumentis occurramus, advertendum est in vis vivæ mensura definienda, & celeritatis, & temporis rationem habendam esse; sive effectus virium rationem habere compositam ex caussis, & temporibus; adeoque caussas esse directe ut effectus, quos producunt, & inverse ut tempora, quibus operantur. Evidens namque est minimam vim posse magnum producere effectum, si diuturno tempore agat: sic stillicidii gutta longo tempore agens durissimum excavat lapidem, & in tota statica attolluntur ingentia pondera vi quam minima, quæ longiori tempore agat. Possunt itaque inæquales vires effectus producere æquales si diverso tempore agant, sicuti possunt inæqualium virium artifices eadem præstare opera, si diverso tempore laborent, diuturniori nempe qui debilior est, & breviori qui fortior. Hac autem temporis, pro mensura virium stabilienda, ratione habita, quam immerito contemnunt Leibnitiani, omnia ferme eorum argumenta per simplicem velocitatem egregie enodantur.

296. Itaque ad 1. In percurrendo spatio & celeritatis, & temporis ratio habenda est, cum spatium sit productum ex celeritate in tempus (n. 279). Quia igitur in descensu, & ascensu gravium tempora sunt ut velocitates, hinc spatia erunt ut quadrata velocitatum, licet vires sint ut simplicis velocitates; quia nempe spatium quadruplum est a celeritate dupla agente tempore duplo: spatium noncuplum est a celeritate tripla agente tempore triplo. Cum itaque corpus descendendo vim acquisierit, sive velocitatem; ratione cujus dato tempore determinatum spatium descendendo percurrit, debet eadem vi pari tempore idem spatium ascendendo absolvere, ut clarius infra patebit. 297.

297. Ad 2. Demonstravit Petrus Martinus (*dissert. de corporum, quæ moventur, viribus*) foveas in molli materia a duobus ejusdem voluminis, & massæ globis excavatas esse ut radices quadratas altitudinum, ex quibus descendunt, sive ut simplices velocitates, non vero ut altitudines, sive ut velocitatum quadrata, sicuti contendunt Leibnitiani. Atque Martini experimenta felici successu in Academia Neapolitana fuere repetita anno 1742, ut refert Joannes Maria a Turre (*Scienza della natura T. 1.*). Scio Boschovichium (*Dissert. de Viribus vivis*) carpere Martini tentamina, atque ostendere in ipsis etiam Martini periculis integras foveas fuisse ut altitudines, sive ut quadrata velocitatum. Verum hoc dato, non est opus ad Leibnitianorum castra migremus; possunt etiam a simplicibus velocitatibus excavari foveæ, quæ sunt ut earum quadrata, dummodo temporibus inæqualibus excaventur, quod clarius patebit ex sequenti responsione ad Poleni experimentum.

298. Ad 3. Cum stante æqualis molis materiæ resistentia pressiones sint ut massæ, ac simplices velocitates, jam pressiones erunt ut massæ ductæ in radicem altitudinis (radix enim altitudinis dat celeritatem decidui corporis, ut infra dicemus), unde vis, sive pressio corporis A erit 2, pressio corporis B erit 4. sive vires erunt ut 1, 2. Jam vero, si hæ vires agunt in ratione temporum reciproca, æquales producent effectus (*n. 295.*): at reipsa agunt in ratione temporum reciproca, cum tempora sint ut velocitates; quo enim major est velocitas, eo plus temporis requiritur ad eam extinguendam, ergo vis 1 corporis A habentis velocitatem 2 agit tempore 2, vis 4 corporis B habentis velocitatem 1 agit tempore 1: ergo æquales erunt foveæ excavatæ, licet vires sint inæquales. Atque hoc concedere Leibnitiani debent, cum fatente Wolphio (*dissert. de virum mensura T. 1. Acad. Petropol.*) duæ vires inæquales possint eandem

dem actionem absolvere temporibus sibi reciproce proportionalibus.

299. Instant Adversarii, in mensura determinatæ vis nullam habendam esse temporis rationem. Nam si quis v. g. vires habet ut 100, quibus absumptis occumbere debeat, idem continget, sive brevius, sive tardius has vires impendat; perinde enim spatium tantummodo 100 absolvet, sive celerius, sive tardius moveatur. Similiter, si duo sint homines gradibus 100 virum instructi, quibus consumptis mori debeant, unus deferat pondus unius libræ spatio pedum 100; ita ut pro singulis spatii pedibus totidem amittat virium gradus: alter pondus deferat 4 librarum, ac in singulis percurrendis pedibus, 4 amittat virium gradus, proculdubio sive celerius, sive tardius uterque moveatur, primus decidet post 100, alter post 25 spatii percursi pedes. Tandem si omnium bonorum quis fecerit jacturam, in expensarum calculo ad elapsum tempus non attendet, cum qualecumque hoc sit eadem prodeat expensarum summa.

300. R. Temporis quidem nullam habendam esse rationem, cum de viribus agitur determinatis, quas quocunque libuerit tempore sive breviori, sive longiori possumus exercere; non vero cum de his viribus fit sermo, quæ a motu, ac velocitate pendent, & consequenter necessariam habent ad tempus elapsum relationem: hæ enim vires pro diverso tempore diversos producunt effectus (n. 295). Porro tales sunt vires motrices, quarum hic mensuram inquirimus. Cæterum in ipsis objectis exemplis temporis ratio est habenda; non enim potest homo, qua vi percurrit spatium 100 tempore 2, eadem vi absolvere idem spatium tempore 1. Similiter, si vires ab utroque homine 4 minutorum tempore impensas metiri vellemus, opus foret tempus computare; nam si ambo unum spatii pedem uno minuto conficiant, unus 4, alter 16 virium gradus amisisset. Tandem pecuniæ expensæ paritas non est ad rem, cum hu-

hujus effectus sint rerum permutationes nullo habito ad tempus respectu. At vis motrix, & impetus motum necessario producunt, ac subinde velocitatem, cujus idea nihil aliud importat, quam tempus, ac spatium, eorumque relationem (*n.* 77.).

301. *Scholion. Hæc de celeberrima quæstione dixisse scribentibus elementa sufficiant. Qui plura desiderat, laudatos Martinum, Boschovichium, a Turre, Crebellinum, aliosque, præcipue vero P. Vincentium Riccati* (Dialogo delle forze vive ec. Bologna 1749) *& Franciscum M. Zanoti* (lib. ibi italice edito an. 1752) *adire poterit.*

CAPUT IV.

De Generalibus Naturæ Legibus.

302. *Definitiones. Generalis naturæ lex* ex alibi dictis (*num.* 7.) est quædam lex a supremo Opifice stabilita, quam servant corpora in omnibus suis mutationibus. Quia vero quæcunque naturæ mutatio, ac vicissitudo motu peragitur, hinc naturæ leges ex corporum motionibus elicimus.

303. Lex *Continuitatis* est quidam immutabilis, ac perpetuus ordo constitutus a creatione mundi, vi cujus quidquid fit, fit per gradus infinite parvos: sive clarius, vi cujus natura nihil producit per saltum, nihilque potest ab uno extremo ad aliud transire, nisi transeat per omnes intermedios gradus, sive status, sive intermedias magnitudines (*n.* 84).

304. *Scholion. Hanc legem ab anno* 1687 *evulgavit Leibnitius, & contra cartesianas motus leges adhibuit: eam amplexi sunt Leibnitiani plures, præcipue Matrona lectissima D. Chatellet in suis Physicis Institutionibus, tum P. Rogerius Boscovich, qui de hac lege integram edidit Dissertationem Romæ anno* 1754. *Præstat hanc legem examinare, antequam ad newtonianas procedamus.*

PRO-

PROPOSITIO. *Principium continuitatis figi nequit pro universalissima naturæ lege.*

305. *Probatur.* Plures novimus in natura mutationes legi continuitatis contrarias. Nam primo Geometria plures nobis exhibet curvas, quæ posteaquam ad certum punctum devenerint, retro cursum flectunt, in quo regressus puncto, utpote per Leibnitianos prorsus indivisibili (*n.* 186), frustra Adversarii fingunt nodum fieri infinite parvum, quem describens linea ab una directione ad oppositam successive transeat. Rursus (*ex prop.* 16., *libr.* 3. *Euclid.*) certum est dari transitum a minori ad majus, non tamen per æquale: sive dari angulum, qui minor evadit, & major alio; neque tamen, in transitu a minori ad majorem fieri potest eidem æqualis: nempe si recta AB (*fig.* 1), immobili manente puncto A, successive moveatur versus tangentem AC, describet acutos angulos BAP, BAQ; aliosque omnes possibiles, qui licet semper majores fiant, erunt tamen semper minores semicirculi angulo BAO, utpote ejus partes; quam primum vero recta AB congruet tangenti AC, constituet rectum angulum CAB (*Geom. num.* 141), qui major est semicirculi angulo BAO, ergo habetur transitus a minori magnitudine ad majorem, quin omnes percurrantur intermedii gradus: nam inter utrumque extremum dari debet gradus æqualitatis cum altera magnitudine, cujus una sit major: neque tamen hic gradus ab angulo BAP continenter crescente percurritur. Non valet cum Boschovichio respondere, angulos semicirculi esse mixtilineos; angulum vero contactus esse rectilineum, adeoque, cum sint diversæ speciei, continuitatem servare non debere. Cum enim curva sit polygonum ex infinitis rectis laterculis compositum, ipso fatente Boschovichio, profecto anguli semicirculi possunt pro rectilineis haberi, ejusdem speciei cum angulo contactus; hinc inter istos locum habere deberet continuitatis lex.

306.

306. Physica etiam mutationes suppeditat corporum, in quibus continuitatis lex minime servatur. Primo enim, inquit Cl. Maupertuisina (*Essay de Cosmologie*); etsi supponamus in motu velocitatem augeri, & minui per gradus, annon semper haberetur transitus ab uno gradu ad alium, & transitus omnium maxime imperceptibilis, qui tantum continuitatis legem violat, quantum eam violaret destructio subita universi? Cum enim corpus a motu transit ad quietem, vel a quiete ad motum, transit ab aliquo ad nihil, vel a nihilo ad aliquid, inter quæ distantia habetur infinita. Rursus docet experientia, corpora ingenti vi ad motum acta, a quiete ad maximum motum in instanti transire, ut pila tormentaria ingenti vi nitrati pulveris momento expulsa: item æqualia mollia corpora ex oppositis partibus paribus viribus se collidentia in ictu quiescere: corpus a duabus viribus in gyrum actum, deficiente in instanti vi centripeta, vel centrifuga, illico per tangentem fugere, vel perpendiculariter ad terram cadere, quin in mutanda motus directione gradus intermedios transeat. Hæc sensuum testimonio certissima sunt, e quibus propterea non recedendum videtur, quousque non demonstraverint Leibnitiani in harum mutationum apparentia sensus continuo falli, quod certe præstabunt nunquam.

Solvuntur Objecta:

307. Opp. 1 Leibnitiani. Lex continuitatis principio rationis sufficientis innititur: nam admisso in natura saltu, nulla daretur sufficiens ratio, cur tantus determinate saltus haberetur, non major, nec minor, siquidem *oporteret*, inquit Bernoullius (*dissert. de motu T.* 3 *Op.*) primum statum destrui, *quin sciret natura, ad quem alium determinari deberet*, ergo &c.

308. R. Ex hoc argumento id unice inferri: legem continuitatis in iis mutationibus servari, in

in quibus antecedens status continet sufficientem rationem status immediate sequentis, quod quidem Leibnitianis concedimus. At, si dentur sufficientes rationes, cur saltus haberi debeat, veluti si caussa potens corpus quiescens ad motum ingentem impellat, certe ex ipso sufficientis rationis principio erit admittendus in natura saltus.

309. Inst. Rerum ordo in quibuscuque mutationibus saltum excludit; nam saltus est transitus ab uno extremo ad aliud intactis mediis: id autem est impossibile: non enim possum ab uno cubiculo ad aliud me conferre, quin viam intermediam percurram.

310. R. nego ant. cujus falsitas ex probationibus patet (n. 306). Deinde: vel gradus intermedii actu existunt, vel sunt tantummodo possibiles. Si actu existant, veluti intra unum, aliudque cubiculum, certe pertransiri debent: At si possibiles dumtaxat fuerint: v. g. potest determinata velocitas aut per omnes gradus successive produci, aut toto simul, tunc necesse non est, ut per omnes successive gradus fiat transitus, imo oppositum quandoque contingere docet experientia (n. 306).

311. Opp. 2. Admisso saltu posset una quantitas eodem momento binas inæquales habere magnitudines: fac enim corpus a velocitatis gradibus moveatur per horæ quadrantem, quo elapso velocitatem 6 acquirat, jam ultimus horæ quadrantis terminus est etiam initium temporis sequentis, ergo in illo utriusque temporis termino haberet corpus duas magnitudines: nempe velocitatem 2, & velocitatem 6, quod repugnat.

312. R. Si quid probaret argumentum, neque Deus posset mutationes rerum creare legi continuitatis contrarias: nulla enim potentia existere possunt contradictoria, uti sunt major, ac minor celeritas in eodem corpore. Est itaque argumentum purum sophisma, cum supponat finem unius quantitatis esse simul initium alterius,

tius, quod falsum est. Quis enim dixerit ultimum unius quadrantis horæ minutum esse initium immediate sequentis? Termini itaque, licet se tangant, sunt tamen diversi, ac distincti inter se, propterea falsum est debere eodem instanti quantitatem duas habere magnitudines inæquales.

313. Opp. 3. Legem continuitatis existere demonstrant inductionis argumentum, quod in physica summi debet esse usus. Nam lucis reflexio, & refractio: corporum condensatio, ac rarefactio: corporum motus per curvas, & rectas: cursus, ac directiones aquarum: incrementa plantarum, uno verbo rerum omnium mutationes nobis notæ fiunt successive, ac per omnes intermedios gradus, ergo &c.

314. R. Inductionis argumentum nullius esse roboris, nisi perfecta fiat partium enumeratio, quæ a Leibnitianis neque fit, neque fieri potest. Non quidem fit, cum plures a nobis assignentur mutationes, quæ legem continuitatis non servant (*n.* 305, 306), neque fieri potest, tum quia in diversis locis, puta in tellure, & spatiis cælestibus natura diverso operatur modo, & ad hæc loca, atque mutationes omnes in die contingentes nec ratio, nec observatio possunt pertingere: Tum quia in primis motus principiis utpote insensibilibus, notum esse nequit quomodo operetur natura. Tum tandem quia nemo probabit unquam eandem legem, quæ a magnis corporibus servatur, etiam in minimis eorum elementis vigere, nisi prius certum fuerit legem continuitatis ex ipsa materiæ essentia dimanare: quod tamen nec Leibnitiani dicere audebunt.

Lex I. Nevvtoniana.

Omne corpus perseverat in suo statu quiescendi, vel movendi uniformiter in directum, (hoc est eadem celeritate, & secundum eandem directionem), nisi a caussa extensa statum suum mutare cogatur.

315.

315. Hæc lex, quam inter axiomata refert Nevvtonus, est corollarium vis inertiæ. Cum enim corpus positivam exerceat vim, ut in suo statu permaneat (*num.* 240): cumque motus, quies, determinatus celeritatis gradus, & directio, quæ primum in corpore inducuntur, sint corporum certi status, debet propterea corpus hæc omnia conservare quousque accedat externa aliqua caussa, mutationem inducens.

316. *Coroll. I.* Cum linea curva, ex mathesi peripheriæ polygoni infinitorum rectorum laterum æquivaleat, hinc motus corporum est semper sui rectilineus. Describunt tamen corpora quandoque curvam, quia vires vel inæqualis quantitatis, vel inæqualis directionis in ipsa agunt ut infra demonstrabitur.

317. *Coroll. II.* Caussa Continuitatis motus in corporibus projectis, quam Scholastici dixerant esse aerem a tergo mobilis se dilatantem, ipsumque antrorsum propellentem, est ipsorum corporum inertia, quæ acceptum impetum conservat.

Satisfit Objectis.

319. Opp. 1. Corpus, nulla accedente externa caussa, a quiete ad motum, & a motu ad quietem, item ab uno ad alium velocitatis gradum, ad una ad aliam directionem transit. Corpus in motu positum sponte ad quietem redigitur: corpus descendens motum accelerat, ascendens autem retardat: tandem projectum per rectam lineam, describit cadendo curvam, ergo &c.

319. R. nego ant. Ut autem objecta phænomena hisque similia nevvtonianæ legi non repugnare intelligamus, advertendum est corpora quæcunque constanti gravitatis vi deorsum rapi: item media quiescentia, per quæ incedit corpus, utpote inertia, ejus motui resistere vi eorum densitati, ac mobilis volumini proportionali (n. 241): tandem corpus super solidi superficiem incedens, ex superficierum asperitate, & scabritie resistentiam pati, quam *frictionem* vo-

vocant, quæ frictio, cum oriatur ex ingressu angulorum, & cuspidum unius corporis in poros alterius, major est pro majori mobilis gravitate in planum, pro majori ejus velocitate, item pro majori ejus superficie, & asperitate: ex his enim quatuor caussis oritur profundior, ac copiosor cuspidum, & angulorum in cavitates intromissio. Nunc intelliges, cur secto filo descendat corpus antea quiescens: rapitur enim deorsum a gravitatis vi. Cur corpus motum tandem quiescat, ejus nempe impetus & a gravitate, & a medii resistentia, & a plani frictione, si supra planum moveatur, sensim extinguitur. Caussa etiam accelerationis, & retardationis motus, ejusque parabolici descensus est a gravitate, ut infra demonstrabitur.

320. Instabis: secto filo corpus suspensum duplicem habet contrariam vim, unam inertiæ, ne moveatur, alteram gravitatis, quæ ipsum sollicitat ad motum: sed hæ duæ vires sunt æquales cum sequantur rationem massæ; ergo nullus sequi deberet motus.

321. R. Gravitatem considerari posse veluti externam potentiam, quæ corpus deorsum continuo urget, ac singulis momentis initiales velocitates ipsi communicat (n. 287), quæ initiales velocitates ab obstaculi, sive, in hypothesi, a fili resistentia continenter eliduntur. Porro nisi eliderentur, conservarentur ab inertia corporis, tantum abest ut ab ipsa inertia destrui debeant, quæ est fundamentum communicationis motus in corporibus, cum ex reactione vis inertiæ, quantam motus quantitatem recipit corpus, tantam reagendo in impellente perimat. Igitur secto filo initiales velocitates non amplius eliduntur ab obstaculo, sed in corpus translatæ, & ab inertia conservatæ ipsum rapiunt deorsum.

322. Inst. Si corpus projectum ab externis caussis tantummodo ad quietem adigeretur, jam corpus leve emissum in vacuo quacumque minima vi, moveretur in infinitum, quod absurdum est

est: haberetur enim in hac hypothesi effectus infinitus a caussa finita, quod implicat (*per axioma V*, *n.* 8).

323. R. Si absurdum non est ut figura, quam finitus artifex in marmore induxit, infinito duret tempore, sicuti contingeret, si nulla externa caussa ipsam unquam mutaret; nec certe absurdum erit corpus, cessantibus extrinsecis caussis, quæ in illud agant, perseverare in motu per tempus infinitum, talis enim motus infinitus duratione, in se inspectus foret absolute finitus; nonnisi enim infinito tempore corpus tali motu instructum posset infinitum spatium percurrere. Atque hinc clarius etiam patet, quod supra (*num.* 195) dicimus contra Leibnitianos, *effectus* nempe *virium rationem habere compositam ex caussis, & temporibus*: ex quo axiomate vis finita in hoc casu elicitur, nam si spatium, ac tempus sunt infinita, erit vis ut quotiens infiniti divisi per infinitum (*n.* 280): sed numerus infinitus in alio infinito finita ratione ingreditur, puta semel, bis &c., ergo vis erit finita. Neque enim urgeas saltem in hypothesi motum fore perpetuum, qui tamen impossibilis communissime censetur. Enim motum perpetuum mechanicum, quo scilicet mobile retenta eadem motus quantitate, quam primo habuit, perpetuo in orbem redeat, Physici arbitrantur impossibilem rationem occurrentium impedimentorum præsertim resistentis medii, non autem ex defectu caussæ producentis.

324. Inst. Impetus est qualitas absoluta a mobili realiter distincta, & in ipso ab impellente vi producta: sed hæc qualitas est finita & limitata, ergo percurso spatio huic quantitati finitæ proportionali debet corpus a motu cessare.

325. R. nego maj. non enim concipere possumus; quid sint hæ qualitates absolutæ, & a corporibus separabiles (*n.* 91), & cui inserviant usui. Itaque vis motrix, cum quiescenti corpori ap-

applicatur, nullam qualitatem in ipso producit, sed tantummodo ejus inertiam superat, illudque ad motum determinat, quem ratione inertiæ conservare debet, quousque ab extrinseca caussa ad quietem redigatur: eo modo quo artifex figuram in marmore inducens, non producit novam absolutam qualitatem, sed veterem aufert marmoris modificationem, novamque inducit, quam corpus tenaciter conservat, quousque ab extrinseca caussa immutetur.

326. Inst. Status est quid permanens: sed motus est quid fluens, ac transiens, ergo motus non est status a corpore servandus vi inertiæ. Deinde locus est corporis status, ergo si corpus perseveret in suo statu, debet perseverare in suo loco, & idcirco non moveri.

327. R. distinguo min. motus est quid transiens respectu spatii, concedo min., respectu mobilis, nego min. &c. Licet motus relate ad spatium sit quid transiens, ac successivum, respectu tamen mobilis, est vera affectio, modusque existendi permanens, & corporis status, qui mutari intelligitur, vel cum a motu ad quietem fit transitus, vel cum ejus directio, ac velocitas immutatur.

328. Ad 2. Locus est quid corpori omnino extrinsecum, unde nonnisi improprio sensu dici potest corporis status. At motus est vera ipsius corporis modificatio, & consequenter intrinsecus corporis status, perinde ac figura, & quies.

329. Inst. Si corpora in motu posita ob resistentiam aeris a motu cessarent, jam ubi æquali vi projiciantur duo corpora æqualis voluminis, sed diversæ massæ, puta duæ æquales pilæ, quarum una sit plumbea, altera cerea, deberet utraque pari tempore a motu cessare, cum respectu utriusque sit æqualis resistentia aeris, voluminibus proportionalis; atqui docet experientia tardius a motu cessare corpus majoris massæ, licet majorem etiam habeat gravitatem, quæ ejus motui resistit; ergo &c.

330.

330. R. Corpus projectum a motu cessare, tum ob oppositam gravitatis vim, tum ob aeris resistentiam (n. 319), quae ejus vim sensim elidunt, ergo ubi major sit vis viva in corpore projecto, tardius a gravitatis vi, & a medii resistentia extinguetur, adeoque projectum progredietur longius; sed in corpore majoris massae est major vis viva, utpote factum ex massa in celeritatem (n. 292), quam sit in corpore minoris massae; ergo primum altero longius progredi debet. Neque enim obstat corpus majoris massae majorem etiam habere gravitatem ejus motui oppositam, nam gravitas massae proportionalis est, vis autem viva producto massae in celeritatem, unde aucta massa magis increscit vis viva, quam gravitas.

331. Inst. Data utrique corpori inaequali vi viva, adhuc debet ab utroque idem spatium percurri, cum hoc solum discrimine, quod corpus majoris vis majorem tribuat restituti aeris motum, quam alterum minoris vis: nam si duo corpora inaequalis massae, sed aequalis tamen velocitatis in alia duo aequalia, & quiescentia impingant, quiescet utrumque post ictum, obstacula vero movebuntur inaequali celeritate, celerius nempe, quod a mobili majoris vis fuit percussum, tardius vero alterum, ergo a pari.

332. R. nego paritatem. Latum quippe discrimen est inter corpus solidum in alia quoque solida agens, & inter solidum agens in fluida. In priori casu, cum obstaculi firmitas impediat ne ejus partes maxime cohaerentes a percutiente dividantur, idcirco mobile incurrens, post ictum vel una cum obstaculo progreditur, vel quiescit, vel reflectitur juxta Dinamicae leges infra stabiliendas. At, ubi solidum in fluidum agit, fluidi partes, quae exigua cohaerent vi, facile dividi possunt, adeoque solidum juxta pristinam directionem progreditur, quousque ejus vim tum in superanda fluidi resistentia, tum a contra

ria

ria gravitatis actione sensim extincta fuerit ; ergo corpus majori vi instructum facilius fluidi cohaerentiam, & inertiam superabit, adeoque longius progredietur, quam alterum minori vi pollens.

333. Inst. Globus tormentarius summo mane explosus longius progreditur, quam meridie ; sed oppositum evenire deberet juxta datas responsiones, quandoquidem summo mane aer est densior, resistentia autem est densitati proportionalis, ergo &c.

334. R. Ex quo summo mane aer sit densior, non minus tormentariae pilae motus retardatur, quam ejus mora intra tormentum post accensionem nitrati pulveris : posita autem vel minima pilae retardatione intra tormentum, major, & quidem sensibiliter major debet ipsi velocitas communicari ; copiosior enim accenditur nitrati pulveris copia, cum intra tormentum pila diutius moratur, ac major propterea vis in pilam agit. Rursus ex hac retardatione pilae accensus pulvis agit longiori tempore, adeoque majorem producit effectum, qui rationem habet compositam ex caussa, & tempore (n. 295.). Cum itaque vis pilae communicata majori sua intensitate duabus his caussis aucta superet excessum densitatis aeris matutini prae meridiano, non mirum, si pila longius excurrat tempore matutino, quam meridiano.

335. Opp. 2. Si supra lusoriam tabulam eburnea pila digito valde prematur, ita progredietur, ut aliquando sua sponte regrediatur per eamdem lineam. Item turbo puerilis celerius in medio, quam initio motus circumagitur. Tertio : glandes plumbeae e brevioribus fistulis expulsae majorem habent vim in moderata, quam in minima a fistula distantia, & in tormentis bellicis pilae expulsae, caeteris paribus, longius feruntur pro minori tormenti longitudine. Tandem ex sclopeto explosa pila plumbea ad majorem distantiam progreditur, quam si eadem ma-

materia in plura granula divisa pari vi ejiciatur: sed hæc omnia staturæ legi repugnant, ergo &c.

336. R. ad 1. Pilæ eburneæ ex digiti compressione duplex communicatur motus, nempe progressivus, & rotationis circa proprium axem: hinc ab aeris resistentia, & tabulæ fractione eliso rectilineo motu, motus alius circa axem remanet, reciditque pila in contrariam directionem, donec rotationis motus fuerit extinctus.

337. Similis est secundi phænomeni solutio, Turbo puerilis a circumducto filo, & projectionis directione suscipit diversos motus *declinationis*, *rotationis*, *processionis*, *retrocessionis* &c. his porro omnibus sensim extinctis major apparet vertiginis motus circa cuspidem, utpote ab aliis diversis directionibus expeditus.

338. Ad 3. In fistulis brevioribus non totus accenditur nitratus pulvis, antequam pila e fistulæ ore recesserit, sed aliqua tantummodo pars, reliquum pulveris extra ipsius fistulæ os inflammatur, adeoque in moderata a fistula distantia augetur caussa majorem pilæ velocitatem impertiens.

339. In tormentis autem data longitudine, quæ determinatam exigit pulveris quantitatem, si longitudo crescat, pila in tormenti latera impinget, ac motus patietur jacturam.

340. Ad 4. Massa plumbea in granula divisa majorem acquirit superficiem, hinc majorem patitur ab aere resistentiam, propterea brevius percurrit spatium, quam eadem massa in sphæram compacta.

Lex II. Nevvtoniana.

Mutatio motus est vi, a qua pendet, proportionalis: fitque secundum rectam lineam, qua vis illa imprimitur.

341. Pendet hujusce legis veritas ex physico axiomate: *Quilibet effectus est semper suæ caussæ adæquate proportionalis* (*n.* 8, *axioma* V). Nam.

Nam motus est effectus vis, a qua producitur (n. 284), ergo debet esse ipsi proportionalis, ergo mutatio motus est vi, a qua pendet proportionalis. Similiter directio motus pendet ab eadem caussa, a qua oritur motus; sed omnes motus sunt initio rectilinei (n. 316), ergo corpus a vi motrice habet, ut rectam lineam describat; ergo corpus rectam illam lineam percurrere debet, qua vis motrix imprimitur.

342. *Corol. I.* Vis dupla duplum, tripla triplum motum producit.

343. *Corol. II.* Quiescit corpus vel cum ab oppositis æqualibus viribus eodem tempore urgetur; vel cum in motu positum contrariam suo motui æqualem vim offendit.

344. *Corol. III.* Si corpus quiescens inæqualibus oppositis viribus ad motum simul urgeatur, sequetur vis præpollentis directionem, eritque ejus motus, ut excessus vis majoris supra minorem.

345. *Corol. IV.* Si corpori in motu positio accedat vis ipsum urgens juxta primi motus directionem, ejus motus augebitur in ratione vis applicatæ. Si nova vis fuerit primo motui contraria, ac minor, subtrahentur a primo motu gradus vis æqualis contrariæ vi. Si vero major fuerit, regredietur corpus in contrariam partem motu æquali excessui vis majoris supra minorem.

Lex III. Nevvtoniana.

Actioni æqualis est & contraria reactio.

346. Hæc lex explicatione magis, quam probatione indiget. Ac primo hæc lex solas respicit res mechanicas, ac materiales, non vero actiones Dei, & spiritum. Deinde distingui debet *vis* ab *actione*, & *resisttentia* a *reactione*. *Vis* generatim est facultas, qua unum corpus in aliud agere potest: *actio* est illa vis portio, qua unum corpus actu in aliud agit, unde *actio*

potest esse æqualis vel minor vi motrice, numquam autem ipsa major (ex axiomate V, n. 8.) *Resistentia* est facultas corporis ad reagendum, sive ad frangendum alterius vis impetum: *reactio* autem est ejusdem facultatis applicatio, unde *reactio* potest quidem esse minor, vel æqualis resistentiæ, non autem ipsam excedere. Cum itaque asseritur *actioni respondere æqualem reactionem*, sensus non est, vi motrici respondere æqualem resistentiam; sed potius, tantam vis motricis partem a mutua corporum actione imminui, quanta est resistentia in movendo corpore superanda; habeat enim Petrus vim motricem = 100, profecto ad movendum pondus = 10 vim impendet tantummodo = 10, adeoque non aget in pondus, nisi actione = 10. Similiter sit pondus = 1000, quod e loco pellere nitatur Petrus vi motrice = 1000, proculdubio ponderis reactio erit dumtaxat = 100, adeoque minor ipsa resistentia.

347. Hanc porro legem hisce exemplis illustrat Nevvtonus (*Princip. Math. Phil. nat. pag.* 13): *Si quis lapidem digito premit, premitur & hujus digitus a lapide. Si equus lapidem funi alligatum trahit, retrahetur etiam & equus æqualiter in lapidem: nam funis utrinque distentus, eodem relaxandi se conatu urgebit equum versus lapidem, ac lapidem versus equum, tantumque impediet progressum unius, quantum promovet progressum alterius. Si corpus aliquod in corpus aliud impingens motum ejus vi sua quomodocumque mutaverit, idem quoque vicissim in motu proprio eamdem mutationem in partem contrariam vi alterius (ob æqualitatem pressionis mutuæ) subibit*. Innumera etiam alia experimenta, & phænomena hujusce legis veritatem demonstrant.

Audiuntur Adversarii.

348. Opp. 1. Data hac lege, cum corpora in invicem agunt, contingeret æquilibrium actionis,

nis, & reactionis, unde impossibilis evaderet motus. Nam cum equus v. g. alligato fune lapidem trahit, si æquali vi a lapide retrahitur, dabitur oppositarum virium æquilibrium, ergo nullus unquam sequetur motus (n. 343).

349. R. Hæc nullo negotio enodari, dum modo superius dicta (n. 346) circa differentiam actionis, & vis motricis attendantur. Dum itaque equus lapidem fune alligatum trahere nititur tanta est ejus actio in lapidem, idest tantam exercet equus vim in lapidem removendum, quanta est lapidis resistentia: unde hac actione cum sibi æquali lapidis resistentia æquilibrium faciente, ita se habet lapis, ac si motui equi nullo pacto resisteret. Hinc equus reliqua sua vi motrice (cum non totam impendat contra lapidem) ad incedendum utitur, simulque lapidem trahit, qui ratione æquilibrii inter actionem, & reactionem non amplius resistit. Cum itaque reactio sit æqualis actioni, non autem vi motrici, propterea non redditur impossibilis motus.

350. Inst. Dum victa lapidis resistentia equus seipsum, ac lapidem movet, jam vel agit in seipsum, ac in lapidem, vel non. Si primum; ergo dabitur actio sine reactione: si secundum, ergo neque equus, neque lapis movebuntur, cum movere equum, & lapidem sit agere.

351. R. Jam diximus totam equi vim esse majorem lapidis resistentia; pars hujusce vis æqualis resistentiæ lapidis, contra lapidem impenditur, cui respondet opposita, & æqualis reactio; hinc facto inter lapidis resistentiam, & actionem equi æquilibrio, perinde est, ac si lapis nullo pacto resisteret, unde reliqua vi motrice equus seipsum movet, perinde ac si nullum haberet impedimentum. Quia vero lapis est cum equo connexus ratione funis, jam sublata per æquilibrium resistentia omni, equus seipsum movens lapidem trahit absque ullo novo virium dispendio in movendo lapide, sive

absque nova actione in lapidem. Finge enim lapidem esse corpus positive leve, nullaque instructum inertia, profecto in hac hypothesi lapidem moveret equus absque ulla contra ipsum actione; sicuti si quis in vacuo brachium sus, deque agitaret, esset quidem in brachio vis, non tamen actio, quæ obstacula, ac impetum necessario exigit. Cum itaque facto æquilibrio inter actionem, & reactionem perinde sit, ac si lapis gravitate, & inertia foret destitutus, patet ipsum moveri absque ulla ulteriori actione, sive vis jactura; motus autem equi est ab ejus anima fortasse spirituali, quæ huic legi non subest (n. 346).

352. Opp. 2. Si quis in navi sedens remo innixo litori navem repellat, ob litoris reactionem, jam eadem motus quantitas, quæ in navigio est, esset & in litore, quod tamen quiescit.

353. R. Concedo eamdem motus quantitatem esse & in navi, & in litore, licet in litore velocitas sit insensibilis: nam inæqualia corpora eamdem habent motus quantitatem, cum habent velocitates in ratione massarum reciproca (n. 291), sed massa navigii ad massam litoris, sive totius telluris, nullam habet sensibilem rationem, ergo velocitas telluris ad navigii velocitatem non habebit rationem sensibilem: unde nihil mirum, si nulla appareat in litore sensibilis velocitas.

354. Opp. tandem. Si ferreo malleo vitrum percutiatur, erit juxta hanc legem eadem actio mallei in vitrum ac vitri reactio in malleum: sed vitrum frangitur, non vero malleus; ergo actio, & reactio non sunt æquales.

355. R. Licet æqualis sit vis percussionis respectu vitri, & vitri reactio in malleum, solum tamen vitrum frangitur, quia vitri particulæ fragiles nequeunt percussionis actionem sustinere, sicuti reactionem sustinere partes ferri valent, multo fortius inter se cohærentes.

CA-

CAPUT V.

De Virium, ac Motuum compositione, & resolutione.

356. D*efinitiones*. Motus *compositus* ille est, qui a pluribus viribus simul agentibus in corpore producitur. *Simplex* vero ab unica vi efficitur.

357. Ex varia directione virium in idem corpus simul agentium oritur *oppositio*, vel *conspiratio*. Ex *diametro oppositæ* dicuntur vires, quæ in oppositas plagas mobile propellunt, ut si vis C (*fig.* 2) propellat corpus A in plagam D, & vis D propellat idem corpus A in plagam C. Quæ autem vires ex diametro non opponuntur, dicuntur *conspirare*, veluti vires BC (*fig.* 3.) urgentes corpus A in eamdem plagam.

358. Si vires conspirantes suis directionibus angulum efforment, veluti vires BC efformantes angulum BAC, dicetur *angulus directionis*, & quo minor erit hic angulus, eo major erit virium conspiratio. Unde major erit conspiratio virium BC, quam virium BD.

359. *Scholion. Quid evenire debeat de corpore ab oppositis viribus simul impulso, tum a viribus omnino conspirantibus juxta eamdem directionem ad motum incitato, diximus supra* (n. 343, & seq.): *nunc dicendum de viribus ita mobili applicatis, ut angulum efficiant.*

PROPOSITIO. *Si duæ vires ad angulum junctæ simul urgeant corpus, describet composito motu diagonalem parallelogrammi, cujus bina latera exprimant vires solicitantes, & quidem eodem tempore, quo viribus separatis latera percurreret.*

360. *Probatur*. Si in mobile A (*fig.* 4) simul agant duæ vires AD, AG junctum ad angulum GAD ita quidem, ut si agerent separatæ, corpus A æquali tempore pergeret ad D, vel ad

G, dico mobile, completo parallelogrammo ADNG descriptarum composito motu diagonalem AN, quo tempore viribus separatis percurreret latera AD, AG. Si enim vires forent separatæ, jam mobile primo tempore ferretur in B, vel in E: nunc, cum sint conjunctæ, neque se destruant, utpote conspirantes, debet corpus utriusque vis directioni obsequi, sive esse in aliquo puncto utrique communi; sed tale est punctum L, in quo vires EL parallela AB, & BL parallela AE concurrunt, ergo corpus primo tempore feretur in L. Simili modo ostendam secundo tempore, quo viribus separatis describeret spatium BC, vel EI, futurum in M, & tandem in N, ergo percurret totam diagonalem AN, quo tempore viribus separatis latera describeret.

361. Id clarius fiet, si supponamus lineam AG esse canalem, per quem mobile uniformi motu descendat, adeout primo tempore conficiat spatium AE, secundo spatium EI, tertio spatium IG. Si enim concipiamus hunc canalem sibi semper parallelum versus lineam DN interim uniformi motu promoveri, adeout primo tempore congruat cum linea BK, secundo cum linea CO, tertio cum linea DN, evidens est mobile intra canalem decidens futurum primo in L, tum in M, ac tandem in N; adeoque descriptum diagonalem AN, quo tempore separatis viribus latera percurreret. Idem etiam pluribus confirmatur experimentis, quæ apud Nolletum legi possunt.

391 *Coroll. I.* Celeritas mobilis diagonalem motu composito describentis est ad celeritatem alterius motus simplicis, quemadmodum ad alterutrum parallelogrammi latus est illius diagonalis. Nam in motu æquabili celeritates sunt ut spatia paribus temporibus descripta (n. 281).

363. *Coroll. II.* Datis virium simplicium celeritatibus, & angulo, sub quo vires applicantur, innotescit celeritas, ac directio compositi motus

tes: Nam longitudo, & positio diagonalis, quæ celeritatem compositi motus exprimit (*n.* 362), innotescit simul ac dentur duo parallelogrammi latera, & angulus ab hisce lateribus comprehensus (*Geom. n.* 96).

364. *Coroll. III.* Celeritas motus compositi iisdem viribus producta sequitur inversam rationem illius anguli, quem formant virium simplicium directiones. Nam celeritas compositi motus est ut diagonalis illius parallelogrammi, quod constitui potest sub celeritatibus, & directionibus virium simplicium (*n.* 362); sed diagonalis AE (*fig.* 5), utpote opposita majori angulo ACE, est major diagonali AD opposita minori angulo ACD (*Geom. n.* 75): angulus autem directionis CAF pars anguli directionis CAB est ipso minor (*Geom. axiom.* 1, *n.* 40); ergo celeritas compositi motus est major pro minori directionis angulo, & minor pro majori, adeoque sequitur inversam rationem anguli directionis.

366. *Coroll. IV.* Duæ vires simul agentes per compositionem vim producunt ipsarum summa minorum. Nam vim producunt expressam per diagonalem, quæ est minor summa duorum laterum (*Geom. n.* 69) experimentium vires simul agentes. Hinc manifestum est non semper in mundo eandem esse motus quantitatem, ut censuit Cartesius (*n.* 56).

366. *Coroll. V.* Si mobile A (*fig.* 4) a simplici vi motu uniformi urgeatur in N, itaut eodem tempore spatium AN describat, quo urgeretur a duabus viribus simul junctis ad angulum DAG ad percurrendam diagonalem AN, jam ejus simplex motus considerari poterit ut compositus ex viribus AD, AG: sicque quilibet rectilineus motus haberi poterit pro composito ex illis simplicibus viribus, quæ per data parallelogrammi latera sub certo angulo designantur.

367. *Scholion.* Ex duobus ultimis corollariis „ gravis oritur difficultas, cur stante æqualita„ te caussam inter, & effectum, duæ vires si-

„ mul junctæ ad angulum vim producant ipsarum summa minorem (n. 365): ac una simplex vis per decompositionem, sive resolutionem duas producat, quarum aggregatum est ipsa majus (n. 366). Leibnitianæ virium mensuræ fautores, qui ex quadrato velocitatis vires vivas æstimandas volunt (n. 288), putant duas vires junctas ad obtusum angulum invicem ex parte opponi, atque idcirco, elisis gradibus contrariis, vim corpori communicari summa inpellentium minorem, sicuti quadratum diagonalis AB (*fig.* 6) est minus quadratis laterum AC, AF exprimentium vires impellentes, si vero duæ vires AG, AF sint junctæ ad acutum angulum GAF, ajunt ratione majoris conspirationis unam alteram juvare, adeoque vim corpori communicatam esse majorem summa impellentium, sicuti quadratum diagonalis AE excedit quadrata laterum AG, AF simul sumpta. Tandem si vires impellentes AG, AI junctæ fuerint ad rectum angulum GAI, tunc contendunt neque conspirare, neque opponi, propterea vim corpori communicatam æquare summam virium impellentium, sicuti quadratum hypothenusæ AL æquat quadrata cathetorum AG, GL, sive AI simul sumpta (*Geomet.* n. 102).

368. „ At vires ad rectum angulum junctas nullo pacto opponi falsum videtur. Nam ab acuto ad obtusum angulum deveniendo crescit oppositio, atque minuitur ab obtuso ad acutum angulum descendendo, ergo in angulo recto, qui inter obtusum, & acutum mediat, aliqua oppositio haberi debet, ac consequenter aliqua virium elisio.

469. „ Nunc accipe propositæ difficultatis solutionem. Effectus quilibet est suæ caussæ adæquate proportionalis, quoties caussæ in agendo nullum offendant impedimentum. Jam vero concipi nequeunt duæ vires junctæ ad angulum, impellentes simul idem corpus juxta diversas directiones, quin simul concipia-

„ tur

" tur una alteri aliquo modo obsistere, & al-
" tera reagere, ex quo nisu, & sensu aliqua
" virium elisio contingere debet, ideoque vis
" corporis communicari a summa virium impel-
" lentium deficiens. Concipe itaque vires AC,
" AF (*fig. 7*) junctas ad angulum quemcum-
" que A urgere simul corpus A. Vis AF asesol-
" vitur in duas AE, AG, sive AE, AF (*n.* 366)
" Similiter vis AC resolvitur in duas AB, AH,
" sive AH, HC: sed FE, CH directe opponun-
" tur, suntque æquales (*Geom. n.* 70), ergo eli-
" duntur, ac remanent conspirantes in vi AE
" portio AE, & in vi AC portio AH, cui addi-
" ta portione HD æquali AE, patet communica-
" ri corpori vim æqualem toti diagonali AD.
" Non ergo mirum, si inter caussam, & effe-
" ctum hic non appareat adæquata proportio; ef-
" fectus enim tantummodo pleni, idest seclusa
" omni vi, sive adjuvante, sive impediente, sunt
" viribus caussarum suarum proportionales".

CAPUT VI.

De motu Curvilineo, ubi de Viribus Centralibus.

PROPOSITIO. *Si corpus a duobus simul impellatur viribus, quæ relationem ad se continuo mutent, vel ratione quantitatis, vel ratione directionis, curvam continuam describet.*

370. *Probatur* 1 de viribus inæqualibus. Si corpus A (*fig. 8*) duabus simul urgeatur viribus AB, AC, quarum prima AB sit constans, altera AC continuo crescat ea lege, ut corpus æqualibus temporibus majora spatia AC, DO, EP describere debeat: diviso motu temporum in partes quam minimas, primo tempusculo percurret corpus diagonalem AD parallelogrammi ABCD (*n.* 360), secundo tempusculo diagonalem DE parallelogrammi BO, sicque deinceps: sed hæ diagonales simul sumptæ lineam curvam AQ componunt, ergo describet corpus curvam continuam.

371. Si autem vires constantes quidem fuerint, sed ratione directionis relationem ad se continuo mutent, idem prorsus continget. Si enim corpus A (*fig.* 9), duabus simul constantibus viribus AB, AT sollicitetur, describet diagonalem AE. At si, dum corpus est in puncto C diagonalis AE, vis AT directionem mutet, & fiat CO, corpus directionem mutabit, & a puncto C tendet in D, ex quo, si sibi relinqueretur, progrederetur in G; at mutata directione vis CO in DP, delabitur in F, sicque deinceps in H, adeoque describit curvam continuam. Id in lapide funea circumacto experimur, qui duabus urgetur viribus, nempe vi projectionis, & altera versus centrum, ad quod a manu continuo retrahitur, quæque posterior ex rotatione manus continuo directionem mutat.

372. *Corollarium*. Quilibet curvilineus motus est necessario compositus saltem a duabus viribus, vel inæqualis quantitatis, vel inæqualis directionis. Nam motus, qui simplex sit, debet necessario esse rectilineus (*n* 316).

373. Scholion. Vis, qua corpus in gyrum actum a centro conatur recedere, vis *centrifuga* nuncupatur: vis, qua impeditur, ne per curvæ tangentem mobile evadat, vis *centripeta* vocatur: tandem vis, qua corpus impellitur secundum tangentes curvæ, & ejus directio a vi centripeta perpetuo mutatur, vis *tangentialis* nuncupatur. Hæ autem vires communi vocabulo *vires centrales* audiunt. Punctum, circa quod corpus rotatur dicitur *centrum virium*, vel *centrum motus*, Curva, quam describit, *Orbita*, vel *trajectoria* nominatur: recta a centro virium ad mobile instar puncti consideratum ducta dicitur *radius*, aut *radius vector*; tandem tempus integra revolutione insumptum *tempus periodicum* vocitatur. Itaque vis *centrifuga* exprimitur per lineam CZ: vis *centripeta* per lineam AY: vis *tangentialis* per lineam AZ. *Centrum virium* erit X, *trajectoria* erit curva AM in seipsam rediens. *Radius vector* linea AX.

374.

374. *Corollarium*. Quoniam lineolæ CZ, AY æquales sunt inter se ex constructione parallelogrammi AZCY, patet vires centripetam, & centrifugam esse æquales inter se, ac vim tangentialem expressam lineola AZ majorem esse vi tum centrifuga, tum centripeta. Et certe, nisi vis centrifuga, & centripeta forent æquales, mobile a curva deflecteret; major enim vis minorem superaret.

375. „ Scholion I. Vim *tangentialem* non esse diversam a vi centrifuga plures magni nominis Physici contendunt; revera enim per vim centrifugam, & centripetam motus corporum per curvam optime intelligitur (*n.* 371) absque ulla distincta vi tangentiali. Item æqualitatem vis centrifugæ, ac centripetæ omnes quidem admittunt ubi corpora in circulum rotentur, non vero ubi per alias curvas circumvolvantur. Verum de hoc, ubi de caussa astrorum motrice. "

376. „ Scholion II. Vis centripeta non differt a gravitate corporum, de qua infra. Vis centrifuga, & tangentialis ex vi inertiæ originem habet quæ conservat acceptum a projiciente impetum secundum rectam lineam (*n.* 315). Atqui hinc fit, ut vis centripeta, & centrifuga omnibus conveniant corporibus in gyrum actis, sicuti confirmant experimenta (*Nollet. de Viribus Centr.*) „

377. „ Scholion III. Mensura vis centrifugæ a massa, & celeritate, sive a quantitate motus corporis in gyrum acti determinatur. Celeritas autem corporis in gyrum acti pendent a distantia a centro motus, ac tempore periodico: nempe quo major est radius vector & orbita percurrenda: item quo minus est tempus periodicum, cæteris paribus, major est celeritas (*n* 281). Doctrinam virium centralium primus dedit Hugenius, quam postea præclaris theorematis illustrarunt Nevvtonus, Keillius, Joannes Bernoullius, Grandius, Wolphius: & alii plures, qui legi possunt: non enim vacat in elementis Philosophiæ omnia ad incudem revocare. „

CAPUT VII.

De motu Reflexo : & Refracto.

378. *Definitiones*. Corpus dicitur *perfecte durum*, quod quocunque percussum ictu, figuram non mutat suam ; dicitur autem *imperfecte durum*, quod licet aliquibus ictibus resistat, fortioribus tamen cedit.

379. Corpus *molle* illud est, quod percussum mutat figuram, quin defringatur, eamque amplius recuperet ; veluti cera, sebum, argilla &c.

380. Corpus *elasticum* illud dicitur, quod percussam figuram mutat, sed vi propria, quam vocant *elasticam*, sive *elatherium*, eandem recuperat, veluti ensis, qui incurvatus, ubi cesset externa vis, ad pristinam rectitudinem sponte redit. Si corpus elasticum perfecte recuperet figuram suam, erit *perfecte elasticum*, sin eandem imperfecte recuperet, dicetur *imperfecte elasticum*.

481. *Corollarium*. Corpus perfecte elasticum tanta vi se restituit, quanta fuit compressum ; cum enim suam pristinam figuram perfecte recuperet (*n.* 380), procul dubio necesse est, ut vis restitutiva sit vi comprimenti æqualis ; si enim esset vel major, vel minor, non rediret perfecte in statum pristinum. Item se restituit motu plane contrario vi qua fuit compressum ; non enim possunt compressi corporis partes in pristinum statum perfecte redire, nisi motu plane contrario vi comprimenti : vis namque comprimens, & restitutiva e diametro opponuntur.

382. *Scholion*. *Num existant in natura corpora perfecte elastica, & perfecte dura dubitatum fuit a quibusdam Physicis, quorum litem non moramur : experientia namque compertum est nulla dari nobis nota corpora sensibilia, vel perfecte dura, vel perfecte elastica,*

quid

quidquid de vitro doceat Brixiensis (Physic. Gen. p. 1, §. 479), *quod esse perfecte elasticum contendit*; *ac de primis materiæ elementis, quæ insensibilia sunt*; *adeoque ad præsentem quæstionem non attinent*, *tradant Physici.* (n. 63). *Num vero insensibilia corpora perfecte dura sint possibilia, alia quæstio est*; *ea impossibilia dixere Joannes Bernoullius*, *Leibnitius*, *aliique legis continuitatis assertores*, *idque evincere conati sunt ex principio contradictionis*. *Nam duas habemus naturæ leges*; *I, ut nulla in corpore destruatur vis, absque eo quod aliquem producat effectum: vel contusionis*, *vel similem*: *II, ut nullam corpus novam subeat directionem absque aliqua caussa determinante*: *porro corpus perfecte durum in planum perfecte durum impingens deberet resilire juxta primam legem*; *non deberet autem resilire juxta secundam*: *sed hoc contradicit*, *ergo corpora perfecte dura sunt impossibilia*. *Ita arguunt Physici plures*. *Verum has leges non omnes admittunt*; *hinc corporum perfecte durorum impossibilitas adhuc sub judice est*.

383. Si corpus elasticum in aliud immobile incidat; puta eburnea pila cadat in parietem, post ictum dirigitur in contrariam partem, sive ad eam plagam regreditur, a qua primo discessit: hic porro novus motus dicitur *reflexus*. Linea, quam corpus ante ictum describit, vocatur *linea incidentiæ*; linea vero, quam regrediendo perficit, dicitur *linea reflexionis*: linea educta ex puncto reflexionis, & plano perpendicularis, nuncupatur *axis reflexionis*. Angulus, quem efformat linea incidentiæ cum plano, cui corpus alliditur, est *angulus incidentiæ*: angulus vero, quem efficit idem planum cum linea reflexionis, dicitur *angulus reflexionis*. Igitur si corpus A (*fig.* 10) incidens ad planum D reflectatur in C, erit linea AD *linea incidentiæ*, angulus ADP *angulus incidentiæ*: linea DC *linea reflexionis*; angulus CDE *angulus reflexionis*: recta DB *axis reflexionis*.

384. Cum corpus in suo obliquo motu offendit permeabile medium diversæ densitatis, motum quidem suum versus eandem plagam pro-

sequitur: at primam directionem mutat: haec autem a priori semita deviatio, sive aberratio audit *refractio*. Si igitur superficies XZ (*fig.* 11) dirimat duo spatia, quorum unum fluido unius densitatis, puta aere; alterum fluido alterius densitatis, puta aqua repleatur, & globus A oblique irruat in eandem superficiem XZ, quam penetret, declinet autem a directione AE, & feratur in G, erit ejus motus *refractus*, & superficies XZ dicetur *refractiva*. Recta HC, quae ex puncto incidentiae X perpendiculariter erigitur ad planum XZ, dicitur *axis refractionis*: recta XG *semita refractionis*; angulus GXH *angulus refractionis*. Tandem cum angulus refractionis est minor incidentiae angulo, ut in casu angulus GXH minor est incidentiae angulo AXE, vocatur refractio *ad perpendiculares*: cum vero refractionis angulus est major angulo incidentiae, ut si globus B feratur in E, erit refractio *a perpendiculari*.

PROPOSITIO I. *Vera reflexi motus caussa est vis elastica corporum congredientium.*

385. *Probatur*. Corpus elasticum immobili obstaculo allisum comprimi debet, suamque mutare figuram, donec impetus extinctus fuerit, quo promovebatur: hoc autem extincto, debet ad primam redire figuram: sed ad primam figuram redire nequit, nisi ab obstaculo recedat, & retro feratur, sive nisi reflectatur; ergo caussa reflexionis est vis elastica. Et quidem compertum experientia est corpora eo magis reflecti, quo perfectiori gaudent elasticitate, veluti corpora chalibea, eburnea &c. ea vero minime reflecti, quae elasticitate orbantur, veluti sebum, argilla &c.: si ergo reflexio corporum est eorumdem vi elasticae adaequate proportionalis, patet veram reflexi motus caussam esse elasticam vim corporum congredientium.

386. *Corollarium*. Caussa reflexi motus non est de-

determinata motus quantitas in mundo constanter perseverans, ut volunt Cartesiani (n. 56): neque vis corporum repellens, sicuti docuit Boschovichius negans mathematicum corporum contactum (n. 58).

Satisfit Objectis.

387. Opp. 1. Improbabile est globos duros, puta eburneos, marmoreos &c. dum immobili obstaculo alliduntur, in ictum comprimi: atqui reflectuntur, ergo reflexionis caussa non est a figuræ restitutione, neque ab elastica vi.

388. R. nego maj. Nullum quippe est sensibile corpus nobis notum, quantumvis durum, quod in ictu aliquam non admittat compressionem, quod sequenti experimento demonstratur. Polita incus, aut tabula marmorea sebo, vel oleo paullulum inungatur, tum in ipsa ex variis altitudinibus, durissima pila eburnea, chalibea &c. demittatur, post ictum apparebunt in incude vestigia deciduæ pilæ, & quidem eo ampliora, quo ex majori altitudine fuerit demissa. Cum porro tabulo supponatur plana, pila autem sphærica, & sphæra in puncto tangat (Geom. n. 140), hæc vestigia explicari nequeunt, nisi pilam, vel incudem, vel utramque in ictu comprimi dicamus: sed post ictum nulla apparet vel in planum vel in pila figuræ mutatio, ergo contingit partium restitutio, ergo durissima etiam corpora nobis nota in ictu comprimuntur, propterea ob elasticam vim reflectuntur.

389. Inst. Dum globus durissimus, puta marmoreus supra tensam pellem decidit, nullam certe compressionem patitur; atqui reflectitur, ergo &c.

390. R. Licet in hypothesi non comprimatur globus, comprimitur tamen pellis, quæ utpote elastica, ad pristinam figuram rediens globum propellit retrorsum.

391. Inst. Si pila marmorea supra elasticum pla-

planum cadat, probabilius est utrumque comprimi, ergo post ictum utriusque partes primam recuperantes figuram oppositas, & æquales vires habent: sed ubi sunt oppositæ, & æquales vires nullus sequitur motus (n. 343) ergo nulla habebitur reflexio, contra ac docet experientia.

392. R. Cum corpus elasticum in planum elasticum irruit, totus impetus extinguitur in utriusque compressione, uti mox demonstrabimus. Itaque post ictum corpus deciduum, utpote elasticum, habet tantummodo vim restitutivam suæ figuræ, quam habet & planum compressum: sed corpus irruens nequit ad suam figuram redire vel quiescendo, vel ulterius descendendo, cum utrumque impediatur a partibus plani se quoque restituentibus, ergo necesse est recedat opposita ad planum directione. Tantum igitur abest, ut oppositæ plani, & globi vires restitutivæ se debeant elidere, ut potius ambæ conspirent ad reflexionem decidui globi promovendam, unde respectu globi reflectentis non sunt oppositæ, sed conspirantes.

393. Opp. 2. Constat experientia lapides magna obliquitate in fluminum aquas projectos resilire: quod & de pilis tormentariis compertum habent, qui navalibus bellis interfuere: sed hic nulla contingit compressio: non in aqua, quæ compressionis est incapax (n. 159), non in ipsis lapidibus, quorum firmitas ab aqua vinci nequit: ergo &c.

394. R. Primo aquam non excludere quamcumque compressionem, ut alibi ostendemus. Deinde lapides magna obliquitate in aquæ superficiem projecti exiguo perpendiculari impetu aquam feriunt, uti constare poterit facta resolutione obliqui impetus in parallelum aquæ & perpendicularem (n. 336), propterea majorem aquæ resistentiam nequeunt superare, hinc remanente impetu & motu aquæ paralello subsiliunt, & impellente gravitate rursus decidunt, quod pluries contingere poterit, donec omnes impetus mo-

motusque horizontalis fuerit extinctus. Idem de tormentariis pilis dicendum est. Vel clarius explicabimus phænomenon cum P. Scarella: lapis in aquam oblique projectus anteriorem disjicit, & inferiorem columnam pressione sua reddit humiliorem: depressa inferior columna cedit lateralibus altioribus, a quibus elevata motum sursum imprimit lapidi, qui cum horizontali perdurante lapidem urget per lineam curvam; idque toties continget, quousque totus horizontalis impetus fuerit extinctus.

394. Opp. 3. Nulla est reflexio sine impetu in corpore reflectente: imo pro majore impetu major est reflexio, & minor pro minori, ergo reflexio est ab impetu. Et certe si corpus elasticum, puta follis lusorius absque impetu comprimatur, primam quidem recuperabit figuram, non tamen reflectetur.

396. R. Impetum esse conditionem, non vero caussam reflexi motus ex eo patet, quod corpora mollia quocunque impetu in molle obstaculum irruentia minime reflectantur; tum etiam ex eo quod in actu omnis impetus extinguatur. Nam in planum ABE (*fig.* 12) cadat globus elasticus *bb* directione IB, dum partes superiores *bb* versus puncta inferiora *cn* moveri nituntur vi impetus præexistentis, partes *cn* intropressæ ab ictu versus puncta *bb* necesse est moveantur, ergo duæ habentur in eodem corpore æquales, & oppositæ directiones, quæ propterea se perimere debent, ac consequenter omnis impetus extingui debet; non oritur ergo reflexio ab impetu præexistente. Quia tamen pro majori minorique impetu major, minorque contingit in corpore compressio, cui vis restitutiva est adæquate proportionalis (*n.* 281), idcirco reflexio est, ut impetu corporis in planum irruentis, licet ab impetu tamquam a caussa non pendeat.

397. Ideo autem follis lusorius absque impetu compressus, ablata vi comprimente, non resilit, quia ad vis comprimentis remotionem sub-

se-

sequitur immediata partium restitutio, unde cum ablata vi comprimente follis pristinam recuperaverit figuram, nulla est caussa cui resiliat. In aliis autem casibus corpori compresso impetum a vi restitutiva communicari ex eo patet, quod, si virga chalibea uno sui extremo parieti admoveatur, alteri vero applicata manu incurvetur, remota manu ad magnam distantiam virga resiliet, qui sane motus nonnisi ab elastica vi repeti potest.

398. Inst. Saltem obliqua reflexio est partim ab impetu, partim ab elastica vi, nam si globus elasticus A (*fig.* 10) cadet in planum D per diagonalem AD, compertum est ejus impetum resolvi posse in directiones AP, & AB (*n.* 366): impetus AP plano contrarius in ictu extinguitur & restituitur ab elastica vi; impetus autem AB plano parallelus remanet, idcirco post ictum habet globus impetum DB a vi restitutiva, & DE æqualem AB, ac percurrit diagonalem DC; ergo reflexio obliqua non est a sola elastica vi.

399. R. nego ant. Si enim supponamus tum globum A, tum planum, cui alliditur, esse perfecte mollia, procul dubio globus post ictum non resiliet, sed horizontaliter movebitur supra planum directione DE: impetus ergo plano parallelus, & post ictum superstes non est caussa reflexionis, sed tantum est caussa, cur reflexio fiat oblique per lineam DC: nam, si impetus plano parallelus in ictu extingueretur, reflexio foret perpendicularis per lineam DB.

400. Opp. tandem. Si corpora perfecte dura ad occursum venirent, juxta plures Mechanicos reflecti deberent servatis suis velocitatibus; at nulla in istis datur compressio ac vis restitutiva, ergo &c.

401. R. Corpora perfecte dura juxta plures esse impossibilia (*n.* 382), quorum proinde collisionis leges falso laborant supposito. Deinde apud eos, quibus possibilia sunt, non omnino convenit an regredi deberent post ictum, an vero

quie-

quiescere; repugnantibus pro utraque sententia Mechanicis. Tandem, si regredi dicantur, caussa regressus est impetus, qui in ictu non extinguitur. At in elasticis totus impetus in ictu extinguitur (n. 396), unde reflexionis caussa in istis est sola vis elastica.

Leges reflexi motus.

LEX I. *Corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum perpendiculariter irruens, post ictum ad eam, ex qua descendit, altitudinem reflexo motu resilit, ita ut reflexionis velocitas, & angulus incidentiæ velocitati, & angulo sint æquales.*

402. Etenim corpus perfecte elasticum post ictum tanta vi restituitur, quanta fuit compressum; fitque ejus restitutio motu contrario illi, que facta fuit compressio (n. 381): ergo si ab altitudine B decidat in D (*fig.* 10), ad eandem resiliet: cumque velocitates in motu æquabili sint ut spatia (n. 281), erunt velocitates incidentiæ, & reflexionis æquales: item anguli erunt æquales, utpote ambo recti.

403. *Corollarium.* Si corpus fuerit imperfecte elasticum, velocitas reflexionis tantum deficiet ab incidentiæ velocitate, quantum vis restitutiva vi comprimente minor erit: nempe si vis restitutiva fuerit ad vim comprimentem, ut DF ad BD, corpus ex B irruens in D, ascendet tantummodo ad F.

LEX II. *Corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum oblique irruens post ictum oblique reflectitur, suntque reflexionis velocitas, & angulus velocitati, & angulo incidentiæ æquales.*

404. Dum enim corpus A (*fig.* 10) perfecte elasticum cadit in planum D directione AD, ejus impetus componitur ex vi horizontali AB, & perpendiculari AP. Vis AP plano contraria in ictu eliditur, ac tota restituitur ab elastica

vi (n. 381) vis autem AB plano parallela post ictum superest: ergo post ictum corpus A duplici sollicitabitur vi DB, & DE, ergo percurret diagonalem DC (n. 360). Jam vero in duobus triangulis ADB, BDC latus BD est utrique commune: item anguli circa punctum B sunt ex utraque parte inter se æquales utpote recti, & latus AB ex constructione est æquale lateri BC, ergo etiam basis DC, sive velocitas reflexionis est æqualis basi AD, sive velocitati incidentiæ (*Geom. num.* 70). Item ex eorundem triangulorum æqualitate anguli e c sunt æquales, ergo his subductis a rectis angulis BDP, BDE remanent æquales anguli CDE, ADP, sive anguli reflexionis, & incidentiæ (*Geom. axiom. V, n.* 40).

405. *Corol.* Si corpus oblique cadens fuerit imperfecte elasticum, oblique reflectetur: velocitas tamen reflexionis, & angulus ab incidentiæ velocitate, & angulo deficient. Nam tota vis AF minime restauratur, unde si supponamus vim restitutivam esse æqualem DG (*fig.* 13), post ictum percurret corpus diagonalem DO, quæ minor est DB opposita obtuso angulo BOD (*Geom. n.* 64), sive ipsi æquali AD exprimente velocitatem incidentiæ. Item angulus reflexionis ODE est pars anguli BDE, cui æquatur angulus incidentiæ ADF, adeoque est ipso minor (*per axioma* 1. *Geom. num.* 40).

LEX III. *Corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum, sed tamen æqualiter motum perpendiculariter incidens reflectitur oblique, estque reflexionis velocitas major incidentiæ velocitate, angulus autem reflexionis incidentiæ angulo minor.*

406. Corpus perfecte elasticum C perpendiculariter incidat in planum D, quod æquali motu tendit in E, post ictum duplici vi sollicitabitur, nempe restitutiva DC, & parallela plani DE, ergo percurret diagonalem DB (*n.* 306),

quæ

quæ utpote hypothenusa trianguli BCD est major latere CD (*Geom. n. 67*), sive incidentiæ velocitate; angulus autem reflexionis EDB utpote acutus est minor recto incidentiæ angulo, CDE (*Geom. n. 32*).

407. *Coroll.* Si corpus foret imperfecte elasticum, in hac hypothesi vis restitutiva esset minor vi comprimente, puta foret DG, ergo percurreret reflectendo diagonalem DO, consequenter velocitas, & angulus reflexionis ab incidentiæ velocitate, & angulo deficerent.

LEX IV. Si corpus perfecte elasticum oblique cadat in planum perfecte elasticum actum æquabili motu conspirante cum horizontali irruentis corporis velocitate, reflectetur oblique, eritque reflexionis velocitas major incidentiæ velocitate; angulus vero reflexionis erit minor angulo incidentiæ.

408. Si horizontalis motus plani exprimatur linea BM (*fig.* 14), totus motus horizontalis corporis A cadentis per obliquam AD, erit post ictum ut DM; ergo percurret diagonalem DN, quæ, utpote opposita obtuso angulo X est major latere DX (*Geom. n.* 67), sive velocitate incidentiæ AD: angulus autem NDM, est pars anguli XDM, cui æquatur angulus incidentiæ ADF, adeoque est ipso minor.

409. *Corol.* Si in hypothesi corpus foret imperfecte elasticum itaut vis restitutiva exhiberetur linea DG, percurreret diagonalem DO, adeoque tum velocitas, tum angulus reflexionis ab incidentiæ velocitate, & angulo deficerent.

LEX V. Si corpus perfecte elasticum in planum perfecte elasticum contrario horizontali motu actum oblique incidat, post ictum vario modo reflectetur, prout contrarius plani motus fuerit vel minor, vel æqualis, vel major horizontali irruentis corporis impetu.

410. Primo: si plani contrarius horizontalis mo-

motus fuerit minor recta DM (*fig.* 15) quæ referat vim horizontalem decidui corporis A post ictum, nempe fuerit ut linea EM, jam juxta doctrinam virium oppositarum (*n.* 344) ex motu horizontali corporis A post ictum, expresso linea DM, eliditur portio BM, ab æquali contrario plani motu EM, adeoque percurret reflectendo diagonalem DO, quæ utpote opposita angulo OAD est minor latere AD, (*Geom. n.* 65) sive velocitate incidentiæ; angulus autem reflexionis ODB est major angulo IDB cui æquatur angulus incidentiæ ADF.

411. Secundo, si contrarius plani motus æqualis fuerit horizontalis vi corporis incidentis, ambo elidentur, adeoque remanebit sola vis restitutiva DC, reflectetur ergo corpus perpendiculariter, eritque reflexionis velocitas minor incidentiæ velocitate, quia latus DC est minus hypothenusa AD (*Geom. n.* 67): angulus autem reflexionis, utpote rectus, erit major acuto incidentiæ angulo.

412. Tertio, si excessus vis horizontalis, qua planum contrarie motu agitur, exprimatur linea DP (*fig.* 16), elisis æqualibus contrariis viribus horizontalibus, post ictum corpus describet lineam DO, & reflexionis velocitas deficiet ab incidentiæ velocitate, angulus autem reflexionis erit major incidentiæ angulo, cum in triangulo AOD latus majus sit AD oppositum obtuso angulo O (*Geom. n.* 67), & angulus ODB reflexionis sit major incidentiæ angulo ADB (*per axioma I. Geom. n.* 40).

413. Si vero horizontalis plani contraria vis sit dupla vi corporis horizontali BD, describet corpus reflexo motu diagonalem DA, sive eadem erit semita reflexionis, & incidentiæ, ac propterea eadem utrobique velocitas, idemque angulus: Id autem non contingit in corpore imperfecte elastico, in quo vis restitutiva minor est vi compressiva; adeoque angulus, & velocitas reflexionis erunt diversa ab incidentiæ angulo, & velocitate. 414.

415. *Scholion. Hæ sunt præcipue leges, e quibus pendet universa reflexi motus doctrina. Advertendum tamen eas in praxi exactissime, & geometrice servari non posse, cum planorum attritus, medii resistentia, gravitas corporum quæ colliduntur, figura, has leges nonnihil turbent, unde experimenta ad has leges, quamproxime tantummodo referri possunt.*

Caussa, & Leges refracti motus.

PROPOSITIO II. *Si corpus ab uno ad aliud medium obliquo motu deferatur, ita ut mutatio velocitatis in ipso contingat, refractionem sui motus subire necessario debet.*

415. *Probatur.* Si corpus A (*fig.* 17) cadat in aliud medium CN directione AD, ejus motus componitur ex vi AB superficiei refractivæ CN parallela, & ex vi perpendiculari AC (*n.* 366). Cum porro directio parallela parallelæ non opponatur, jam per quodcumque penetrabile medium corpus A oblique deferatur, ejus vis AB constans permanebit. At vis perpendicularis AC superficiei refractivæ contrariam mutationem subibit pro varia medii densitate, cui inertiæ resistentia est proportionalis (*num.* 241): vel ergo medium CN est densius medio X, vel rarius. Si densius, velocitas perpendicularis AC imminuetur, & fiet v. g. DL, cumque remaneat vis parallela AB: sive DN, corpus A in densius medium transiens deviabit a suo tramite DI, & percurret diagonalem DF, adeoque ejus motus refringetur (*n.* 384). Si autem medium CN sit rarius medio X, jam vis perpendicularis AC in puncto D minorem resistentiam nacta liberiorem, celerioremque motum acquiret, fiet propterea major, puta DH; cumque remaneat vis parallela AB, sive DN, deflectet corpus a via DI, & refracto motu percurret diagonalem DG. Ergo ex mutatione velocitatis oritur motus refractio.

416. *Corol. I.* Ut refractio contingat, necesse

est corpus obliquo motu irrunt in superficiem refractivam. Item necesse est, ut refractiva superficies vel minuat, vel augeat celeritatem corporis irruentis.

417. *Corol. II.* Patent duæ præcipuæ leges refracti motus. I, *Cum corpus a rariori medio in densius transit, fit refractio a perpendiculari.* II, *Cum corpus a densiori in rarius medium transit, fit refractio ad perpendicularem.* Nam in primo casu angulus FDH est major angulo incidentiæ ADC, cui æquatur IDL (*Geom. n.* 43): in secundo autem casu angulus GDH est minor incidentiæ angulo ADC, ergo in primo casu fit refractio *a perpendiculari*, in secundo autem *ad perpendicularem* (*n.* 384). Ab hisce legibus est excipienda lux, de cujus refractione alibi dicemus.

CAPUT VIII.

De Corporum Collisione.

418. *Definitio.* Unum corpus dicitur in aliud *directe* impingere, cum linea directionis per utriusque centra transit, ut patet in corporibus AD (*fig.* 2). Si autem directionis linea per utriusque centra non transeat, dicuntur *directe*, sive *oblique* sibi impingere.

419. „ Scholion I. Quoniam motus quilibet „ obliquus AO (*fig.* 18) spectari potest ut com„ positus ex velocitate AB, & AM (*n.* 566), „ hinc si globus A directione AO impingat O „ in aliud corpus actum directione LO, percus„ sio utriusque corporis reduci potest, ad dire„ ctas percussiones BO, IO: item si globus G „ oblique occurrat in O corpori D, utriusque „ percussiones reducentur ad rectas HO, CO, „ quæ sunt oppositæ: propterea regulæ pro di„ recta corporum percussione etiam ad indire„ ctam, vel obliquam referri possunt.

420. „ Scholion II. Corpora, quæ colliduntur, „ vel sunt mollia, vel elastica: (de corporibus „ enim in natura existentibus sermonem tan-

„ tum-

,, tummodo habemus). Rursus, vel unum in
,, aliud quiescens, sed tamen mobile impingit:
,, vel unum in aliud segnius motum versus eamdem plagam incurrit: vel ambo ex oppositis
,, partibus sibi occurrunt: pro hisce omnibus
,, percussionibus leges tradit ea Mechanicæ pars,
,, quæ *Dinamica* vocatur. Claritatis gratia supponuntur corpora sphærica; licet in omnibus
,, corporibus hæ leges locum habeant. Item non
,, consideratur aeris resistentia, quæ tamen
,, adeo tenuis est, ut etiam experimenta ad
,, Dinamicæ leges quamproxime accedant. ,,

Leges pro Conflitu Corporum Mollium.

LEX I. *Si Corpus molle in aliud ejusdem naturæ quiescens, vel in eadem directione tardius motum directe impingat, post ictum ambo instar unius movebuntur juxta percussionis directionem.*

421. Nam si corpus incurrens sit A, corpus vero quiescens, vel segnius motum sit B, nulla est ratio, cur corpus A, utpote molle, post ictum resiliat (n. 385), cumque corpus B non sit immobile, ex hypothesi, necesse est ipsum moveri versus illam plagam, ad quam impellitur a corpore A. Rursus cum corpus B ratione suæ inertiæ opponatur velocitati corporis A, opus est istud subire aliquam suæ velocitatis mutationem. Quoniam ergo corpus B non amplius obstat motui corporis A, simul ac utrumque juxta eamdem directionem instar unius corporis moveatur, propterea ambo simul movebuntur juxta percutientis directionem.

422. *Coroll.* Cum vires corporum, quæ æquali velocitate moventur, sint ut eorumdem massæ (num. 291), hinc corporis A; & B post ictum vires erunt inter se ut massa A ad B. Igitur si corpora A, & B æqualia fuerint, vires post ictum in utroque æquales erunt: si massa A sit major B, vis corporis A erit major B: si massa A sit minor B, vis corporis A erit mi-

nor B. Quia igitur vis, qua movetur corpus B post ictum, ipsi fuit communicata a corpore A, consequens fit corpus A in sibi æquale B incurrens dimidium suæ vis ipsi tribuere: corpus A in B minoris diametri impingens minus dimidio suæ vis ipsi communicare, ac tandem corpus A in corpus B majoris diametri incurrens plusquam dimidium suæ vis ipsi impertire.

LEX II. Si duo corpora mollia inæquali impetu ex oppositis partibus sibi directe incurrant, post ictum movebitur utrumque juxta vis præpollentis directionem.

423. Etenim in hac hypothesi perinde est, ac si corpus majoris vis cum excessu supra alterius vim, in idem quiescens impingeret, unde locum habet prima lex.

LEX III. Si duo corpora mollia, & æqualia ex oppositis partibus æquali velocitate sibi directe incurrant; vel si duo corpora inæqualia, habentia tamen velocitates cum massis reciprocas in occursum veniant, post ictum ambo quiescent.

424. Siquidem momenta utriusque corporis sunt æqualia, & ex diametro opposita, ergo nequit unum alteri prævalere: cumque nulla sit ratio, cur resilire debeant, carent enim elasticate, opus est quiescant post ictum.

425. *Corol. I.* In corporum conflictu eadem ante & post ictum perseverat motus quantitas, cum duo corpora versus eamdem partem moventur inæquali vi; aut cum unum corpus in aliud quiescens impingit. Cum vero corpora ex oppositis partibus sibi occurrunt inæquali vi destructis æqualibus viribus contrariis; eadem post ictum manet differentia motuum, quæ ante conflictum. Horum ratio est, quia ex qualitate actionis, & reactionis (*num.* 346), quantum corpus percutiens agit, tantumdem percussum reagit, unde quantum percutiens corpus ex actione deperdit, tantum percussum ex reactione lucratur.

426.

426. *Corol. II.* Statutæ leges videntur locum habere debere etiam in corporibus perfecte duris, si darentur, in quibus ob defectum elasticæ vis nulla est ratio, cur post ictum regredi debeant.

PROBLEMA. Datis duobus corporibus mollibus, eorumque cognita celeritate ante ictum, determinare velocitatem post ictum.

427. *Resolutio*. Duo corpora sint A, & B, primi massa vocetur M, velocitas V: alterius massa sit *m*, velocitas *u*, vel *o*, si fuerit quiescens; dico celeritatem utrique communem post ictum haberi per quotientem, qui exurgit ex quantitate motus ante conflictum divisa per summam massarum, nempe $\frac{MV+mu}{M+m}$: vel si corpus B quiescat $\frac{MV}{M+m}$. Ratio autem est, quia quantitas motus eadem ante, & post ictum (*n.* 425): quantitas autem motus est factum ex massa in celeritatem (*num.* 289.), ergo velocitas post ictum utrique corpori communis habebitur ex quotiente, qui exurgit dividendo motus quantitatem ante ictum per massarum summam ex alibi indicatis (*n.* 125). Si vero utriusque corporis directiones fuerint contrariæ, & inæquales; pari formula utemur, subtrahendo minorem a majori hoc modo $\frac{MV-mu}{M+m}$: sive exessus unius vis supra aliam divisus per massarum summam dabit communem post ictum velocitatem.

Leges pro Conflictu corporum elasticorum.

428. *Hypothesis*. In corporibus elatherio destitutis sive mollibus, dum colliduntur, mutatur figura, & partes intropremuntur, quin amplius restituantur. At in corporibus elasticis partes compressæ tanta vi restituuntur, quanta compressæ fuerant. Hinc duos motus in collisione

 cor-

corporum elasticorum distinguere opus est; unum, quo partes comprimuntur, perinde ac in mollibus corporibus, quem motus Nolletus *primitivum* vocat: alterum, quo partes compressæ in pristinum statum redeunt, quem *elatherii motum*, *repercussionem* vel *reactionem* idem Physicus appellat. Si in elasticorum corporum collisione motus primitivus, sive partium intropressio spectetur, & inde orta virium destructio, perinde est, ac si corpora illa forent mollia. At, quia elatherii motus destructas in percussione vires reparat per restitutionem partium compressarum: hinc fit ut in corporibus perfecte elasticis omnis mutatio, quæ ex impactu contingit, dupla sit ea, quæ in iisdem contingeret, si forent mollia: nempe si unum corpus molle ex alterius impactu unum acquirat velocitatis gradum; acquireret duos, si foret perfecte elasticum: item, si unum molle corpus ex impactu duos amittat velocitatis gradus, amitteret 4, si foret perfecte elasticum. Atque hæc locum habent in corporibus perfecte elasticis: nam in imperfecte elasticis mutatio augebitur in ratione vis restitutivæ ad vim comprimentum.

LEX I. Si corpus A perfecte elasticum in aliud B ejusdem naturæ, sed quiescens, sibique æquale directe impingant, quiescet post ictum corpus A, corpus vero B movebitur percutientis directione, & celeritate.

429. Si enim corpus A & B non forent elastica, corpus A incurrens dimidium suæ velocitatis corpori B communicaret (n. 422): nunc cum corpora supponantur perfecte elastica, duplo major fiet mutatio motus in utroque corpore (n. 428): sive tota vis corpori B communicabitur, ac tota extinguetur in corpore A, ergo corpus A quiescet post ictum, corpus vero B movebitur percutientis directione, ac celeritate. Clarius: Corpus A velocitatem habeat

beat 4, duos amittet gradus in percussione, qui transibunt in corpus B, jam vero partes ejusdem corporis B compressæ, eadem vi, qua fuerunt percussæ, contraria directione se restitnant (n. 381), ergo ex repercussione, sive motu elatherii alios duos residuos gradus extinguunt in corpore A, qui in corpus B transferuntur, ergo post ictum quiescet corpus A, movebitur vero corpus B acquisitis 4 velocitatis gradibus juxta percutientis directionem.

430. „ Scholion. Hinc legem experimenta confirmant. Si autem aliquando contingat corpus elasticum in aliud sibi æquale, ac quiescens incurrens post ictum lentu motu progredi, hoc ideo est, quia corpus incurrens ante ictum nedum progressivum habebat motum, sed etiam motum rotationis, qui secundus, cum non communicetur corpori quiescenti; post ictum perseverans ipsum circumvolvit, donec a plani frictione fuerit penitus extinctus.

431. *Corol. I.* Si sphæra A elastica in sibi æqualem quiescentem B, cui tertia D sit proxima, directe impingat, tota celeritas sphæræ A transibit in B, & a B in D, unde sola D movebitur post ictum tota celeritate sphæræ A. Similiter si duæ sphæræ tres æquales, sibique contiguas percutiant, duæ ultimæ movebuntur, ac generaliter loquendo numerus earum, quæ post ictum moventur, erit æqualis numero impingentium.

432. *Corol. II.* Si corpus B quiescens fuerit minus corpore A, post ictum utrumque movebitur in eadem directione, sed tamen celerius sollicitabitur corpus B. Etenim in hoc casu corpus A minus, quam dimidium suæ vis communicat corpori B (num. 422): hinc ex repercussione, quæ est æqualis vi percutiendi, non eliditur tota vis incurrentis A, propterea post ictum remanet in ipso aliquis impetus juxta suam pristinam directionem. Movetur tamen majori celeritate corpus B, quia ratione elasticitatis vis ipsius est dupla illa, qua instar

unius cum corpore A moveretur, si forent perfecte mollia (*n.* 428.)

433. *Corol. III.* Si corpus B quiescens fuerit majus corpore A, post ictum corpus B movebitur juxta percutientis directionem, ac corpus A reflectetur in contrariam partem. Nam in hoc casu corpus A plusquam dimidium suæ vis corpori B communicat (*n.* 422) : hinc ex repercussione nedum residua vis in A tota extinguitur sed & excessus ipsi tribuitur quo resiliat; in B vero transit totus directus impetus corporis A, quo progreditur juxta directam semitam corporis A.

LEX II. Si corpus A perfecte elasticum in aliud sibi æquale, ac in eadem directione segnius motum incurrat, post ictum ambo movebuntur juxta incurrentis directionem, velocitatibus tamen permutatis.

434. Nam perinde est, ac si A in B quiescens cum velocitatis excessu directe incurreret: unde totus velocitatis excessus transfertur in B: (*n.* 429), propterea ambo post ictum in eadem directione moventur velocitatibus permutatis.

435. *Corollarium.* Si corpus A fuerit majus B, utrumque post ictum eadem directione promovebitur, celerius tamen feretur corpus B: idem enim est, ac si corpus A majus in B impingeret cum suæ velocitatis excessu (*n.* 434). Si vero corpus A fuerit minus B, tunc habenda est ratio massæ A ad massam B, & excessus, sive respectivæ velocitatis corporis A: ex varia enim & massarum, & respectivæ velocitatis ratione fieri potest, ut corpus A corpori B dimidium suæ vis communicet, ac consequenter corpus A post ictum quiescat (*n.* 429): vel plusquam dimidium suæ vis corpori B impertiat, tuncque corpus A post ictum reflectetur in contrariam partem (*num.* 443): vel tandem minus quam dimidium suæ vis corpori B in ictu tribuat; quo casu corpus A moveri

veri pergeret juxta primam directionem (*num.* 432).

LEX III. *Si duo corpora perfecte elastica, & æqualia ex oppositis partibus pari velocitate in occursum veniant, ad contrarias partes æquali vi resilient.*

436. Si etenim forent mollia, post ictum ambo quiescerent (*n.* 424): sed in elasticis vis restitutiva est æqualis compressivæ, & ad contrarias partes dirigitur (*n.* 381), ergo post ictum duo illa corpora ad contrarias partes æquali vi resilient.

437. *Corol. I.* Si corpora sint æqualia, sed velocitates habeant inæquales, resilient ad contrarias partes velocitatibus permutatis; nam æquales velocitates in contrarias partes utrique communicantur (*n.* 422): excessus autem unius in aliud transfertur (*n.* 434.)

438. *Corol. II.* Si corpora habuerint magnitudines inæquales, sed æquales tamen velocitates, plura omnino diversa contingere possunt. Nempe si corpus A majus cum B minori ex oppositis partibus æquali celeritate in occursum veniat, B semper reflectetur post ictum, cum totam suam vim in ictu amissam recuperet, ejusque duplam acquirat a corpore A (*n.* 428): si corpus vero majus A sistet post ictum, si vis directa, quam post ictum retinuit, sit æqualis vi restitutivæ, qua ad regressum cogitur; prosequetur suum pristinum motum, si vis directa ab ictu superstes fuerit major vi restitutiva; tandem reflectetur in contrariam partem, si vis directa ab ictu superstes minor fuerit vi restitutiva.

439. *Corol. III.* Etiam in corporum perfecte elasticorum conflictu eadem ante, & post ictum perseverat motus quantitas, sicuti supra diximus de corporibus mollibus) *n.* 425): sive utrumque corpus post ictum per eamdem directionem moveatur: sive ad contrariam partem eorum

unum resiliat, in quo secundo casu eadem apparebit etiam motus quantitas post ictum, dummodo oppositi hinc inde virium gradus subducantur.

CAPUT IX.

De Gravitate, & Gravium motibus.

440. *Definitio. Gravitatis* nomine ea vis intelligitur, qua corpora libere sibi commissa deorsum feruntur, impedita autem urgent deorsum ea, quibus incumbunt. Hujusce vis physicam caussam, phænomena, leges, ac motus in præsenti investigamus.

ARTICULUS I.

De Physica Gravitatis Caussa.

Opiniones Philosophorum.

441. „Nihil certius gravitate Corporum universali, nihil obscurius ejus physica caussa. „Aristoteles, ejusque asseclæ putarunt gravitatem esse vim quamdam realem corporibus, „quæ *gravia* dicuntur, intrinsecam, a Deo in „universi creatione ipsis impressam, qua fit, „ut sibi relicta ad terræ centrum constanti lege „ferantur. Ab his autem solo nomine differunt, „qui Nevvtoniani attractionem esse intrinsecam materiæ proprietatem docuerunt (*n.* 257).

442. „Renatus Cartesius suo inhærens systemati circa universi genesim (*n.* 56), corporum gravitatem ab externæ fluidissimæ materiæ impulsione derivavit: nempe materia cœlestis, quæ ex primi, & secundi elementi „particulis coalescit, perenni motu ab occidente in orientem circa terram revolvitur. „Quia igitur corpora, quæ curvilineos orbes „suo motu describunt, a centro sui motus conantur recedere (*n.* 371) eo majori vi, quo „majori celeritate in gyrum moventur (*num.* 277); hinc particulæ materiæ cœlestis, quæ „in nostro vortice sunt, cum ratione suæ fi-

„guræ

„ guræ, & magnitudinis sint ad motum aptio-
„ res, majori, præ ceteris conatu, & celeritate
„ ad extimam vorticis circunferentiam tendunt,
„ segnioresque, & crassiores particulas in cen-
„ trum propellunt; sed inertiores, ac segniores
„ particulæ in nostro vortice existentes, sunt
„ corpora omnia, quæ *gravia* vocamus: ea igi-
„ tur versus terræ superficiem a mobilioribus
„ cælestis materiæ particulis detrudi debent:
„ sicuti, si aqua baculo, vel digito circumaga-
„ tur, heterogenea corpora aquæ innatantia,
„ puta paleæ, ceræ, parum ad motum aptæ in
„ centrum aquei vorticis propelluntur. Hanc
„ hypothesim Cartesiani omnes amplexi sunt;
„ nonnulli tamen eam paullulum immutarunt,
„ vel duplicem fingentes fluidæ materiæ vorti-
„ cem circa terram, quorum unus a polo ad
„ polum convertatur; alter vero ab occidente
„ in orientem secundum æquatorem supra po-
„ los convolvatur circa mundi axiem: alii vero
„ putarunt materiam in circulos quamplures, ac
„ per omnes partes dispositos circa terram re-
„ volvi: alii tandem cum Leibnitio subtilem ma-
„ teriam, quæ terram circumambit, ab illius cen-
„ tro per rectas lineas fugere docent, atque in re-
„ cessu crassiora corpora in centrum depellere.

„ 443. Gassendo, atque plurimis athomistis si
„ fides habeatur, ex terra erumpunt circumqua-
„ que magnetica effluvia hamata, & uncinata,
„ quæ ubi corpora inveniant, suis brachiolis ar-
„ ripiunt inque terram adducunt.

„ 444. Tandem Nevvtonus ab universali attra-
„ ctione corporum gravitatem oriri censuit: quid
„ autem attractionis nomine intelligat, supra
„ explicavimus (n. 349, & seq.). Cum porro at-
„ tractio omnibus conveniat corporibus, hinc non
„ minus terra grave, puta lapidem trahit, quam
„ lapis terram, & qua vi ruit in terram lapis,
„ eadem vi descendenti lapidi terra fit obviam,
„ dispari tamen velocitate: nam, quanto minor
„ est lapis respectu telluris, tanto major esse
„ debet lapidis velocitas præ velocitate terræ,

„ licet ambo æquali ferantur vi (n.291), unde „ cum lapis haberi possit veluti quantitas infi„ nite parva respectu telluris, etiam terræ ve„ locitas erit infinite parva, sive physice nul„ la (2. 292).

Censura Opinionis Aristotelicæ.

445. Hæc sententia, & alia quæcumque similis quæ intrinsecum statuit in corporibus gravitatis principium, quæstionem physice non solvit. Dicere enim corpora gravitare, versus terram descendere, quia habent internam gravitandi, & descendendi vim, proculdubio est nihil dicere, & idem per idem explicare; qui ergo intrinsecam statuunt gravitatis originem, quæstionem non solvunt.

446. Secundo: si dicamus gravitatis vim esse materiæ intrinsecam, jam materia habebit internum motus principium, adeoque non erit iners, & ad motum, ac quietem indifferens, contra ac experimenta docent (n. 240) Tandem corpora ubicumque locorum eamdem haberent gravitatem, quoties eamdem habeant massam: at certum est eadem corpora magis sub polis, minus sub æquatore gravitare, ut infra dicemus; non est ergo gravitas materiæ intrinseca.

Censura Hypothesis Cartesianæ.

447. Vorticum systema est pura fabula a physica proscribenda, utpote quæ meræ hypothesis limites non excedat, ac ad nullum hactenus inveniendam veritatem physicos adjuverit, quidquid cartesianorum vorticum admiratores jactitent. Deinde innumeræ possunt insolubilia objectari cartesianæ gravitatis caussæ. Primo quidem: gravitas foret corporum superficiebus, non autem massæ proportionalis, cum pro majori superficie corporum, major sit fluidæ materiæ columna, quæ deorsum corpora propellit. Deinde cœlestia corpora, quæ per Cartesium vorticibus innatant, ab ipsis in gyrum ducuntur, non autem protruduntur in certum, ergo idem eveni-

eveniret in gravibus terrestribus. Tandem ut alias omittam, totus vortex in plures circulos divisus est: quidquid autem in planum unius circuli, in quod fit revolutio, per vim centrifugam propellitur, ad illius circuli centrum truditur: ergo gravia, quæ in vortice sunt, non propelluntur ad commune vorticis centrum, sed ad centrum circuli, in quo reperiuntur; ergo non descendent gravia versus terræ centrum, præter ea, quæ in æquatore sunt, sed in centrum vertiginum suarum, sive ad varia axis puncta: sicuti ex Nolleto, si globus vitreus repletus aqua cui aliquid colorati liquoris olei terebinthinæ sit permixtum, ope manubrii velocissimi gyretur axe ad horizontem parallelo, olei globuli minus ad motum apti non ad centrum globi, sed ad varia axis puncta propelluntur, ita & de gravibus eveniret, quæ proinde extra æquatorem non recte sed oblique ad horizontem descenderent contra experientiam.

448. Patet quid de aliis cartesianis opinionibus sentiendum sit. Nam sive duos admiseris vortices, sive plures circulos sese intersecantes, opus est plures, ac oppositos motus, & directiones in etherea vorticum materia admittas, e quibus orietur quidem vorticum destructio non autem gravium ad terram descensus per lineam rectam. Adde, Nolleti experimenta de viribus centralibus satis ostendere, corpora duplici ratione acta non dirigi ad centrum vorticis seu sphæræ, sed ad axis puncta. Tandem quæcunque fingatur stabilis materia gravia quocunque suo motu premens, jam ipsa materia supponitur gravis: neque enim vel impulsu, vel pressione unquam agere poterit, si gravitate foret destituta; hinc corporum gravitas per materiæ subtilis gravitatem explicatur, quod Physico indignum.

Censura Sententiæ Gassendi.

449. Probandum in primis huic philosopho in-

cum-

cumbit ex universa terræ massa uncinatas, & hamatas particulas æquali copia, eademque virtute præditas omni tempore emitti. Rursus has particulas rectas eousque ascendere, quousque pensilia corpora invenerint, quæ constanti lege in terram adducant; quod certe consilii, & rationis quamdam speciem præsefert. Et sane hæc ramosa effluvia, vel sunt elastica, vel perfecte dura, vel mollia. Si sunt elastica ex impactu in corpora pensilia resilient quidem (*n*.385), non ea tamen secum adducent. Si autem vel perfecte dura, vel mollia fuerint, corpora ulterius sursum promovebunt (*n*.421), non tamen deorsum abripient. Neque enim reponas, hæc effluvia suis brachiolis corporum poris infigi, ac postea veluti captam prædam deferre ad terram, id enim probaret primo corporum gravitatem respondere pororum numero, cum hoc aucto major esse debeat quantitas effluviorum, quæ corpus deorsum rapiunt. Deinde superest explicandum, unde hæc effluvia tantam vim habeant, ut ingens corpus, in quod incurrunt, postquam suis brachiolis veluti religaverint, ad terram debeant pertrahere, non enim dici potest id ea obtinere ratione suæ gravitatis, cum id supponat gravitatem effluviis intrinsecam, ceteris vero corporibus extrinsecam; neque ratione alicujus internæ vis, tum quia non explicabitur quid sit hic internus veluti sensus redeundi ad terram capta præda: tum quia vis hæc cum inertia effluviorum haud poterit conciliari. Ex his porro omnibus, aliisque multis, quæ magneticis Gassendi effluviis possent objectari, patet assignatam ab ipso gravitatis caussam commentitiam esse, utcumque ex ipsa gravitatis phænomena conetur derivare incertis falsisque conjecturis.

Censura Nevvtonianæ Attractionis.

450. Si attractionem cum Nevvtono dicas cognitum effectum, cujus ignoras caussam (*n*.

250.

250.) quæro an putes attractionis caussam esse materiæ intrinsecam, an extrinsecam. Si dixeris intrinsecam, a Peripateticis solo nomine distas (n.257), asseris enim gravia deorsum tendere, quia ab interno materiæ principio habent ut attrahantur a terra: hoc est, quia ab interno principio habent, ut ad terram descendant, quod certe est nihil dicere, & idem per idem explicare. Si attractionis caussam dixeris materiæ extrinsecam, ea certe vel a cartesianis vorticibus, vel ab ætherea materia, vel a magneticis effluviis erit repetenda, quæ tamen omnia gravium effectibus explicandis inepta esse demonstravimus (n. 447. & seq.). Si vero attractionem vim materiæ insitam appellaveris, vel intrinsecum materiæ attributum (num.351), iterum in Scholasticorum qualitates recidis, ut perspectum est.

452. Ad hæc: attractio, unde gravitas oritur, vel est diversa ab aliis attractionibus, vel est una eademque. Si secundum dicas, quod Bernoullio visum fuit, leges cohæsioni, attractioni tuborum capillarium, attractioni magneticæ, & gravitati communes nunquam assignabis. Si primum cum Nevvtono asseras, jam pro singulis effectibus nova statuis diversa principia, quod a naturæ simplicitate abhorret. Deinde plumula prope ingens ædificium posita minime descendet, etsi libere demissa, utpote quæ ab ædificio, cui continua est, fortius attrahi debet. Neque enim reponas terræ attractionem quæ ejus massæ est proportionalis, attractionem ædificii superare. Si enim hoc verum, unde fit ut aquæ guttæ arborum ramis suspensæ ab attractione hæreant, telluris attractione minime obstante? Uude fit, ut per capillares tubos ascendant attracti liquores terræ attractionem superantes? Unde fit, ut magnes ferrum a terra elevet, ac telluris attractionem vincat? Certe, quæcumque sit terræ attractio, non aget in plumam nisi in ratione massæ ipsius plumæ, adeoque vi quam-

minima, alias pluma foret pene immensæ gravitatis. Tandem vim materiæ insitam variari debere per solam distantiæ mutationem, adeo ut sit major pro minori a terra distantia, nemo unquam intelliget.

452. *Coroll.* Vera gravitatis caussa ignota adhuc est, nisi dicere velimus cum aliquibus Philosophis eam esse ab immediata operatione Dei, vel ab ejus voluntate, quæ, ad conservandum universi ordinem, ut omnia corpora in terram tenderent, sapientissime determinavit. Ita sane videtur sentiendum, quousque naturalem aliquam gravitatis caussam phænomenis omnibus parem invenire datum fuerit.

ARTICULUS II. *De præcipuis Gravitatis phænomenis.*

453. *Definitiones.* Gravitas ducta in numerum particularum, quæ corpus componunt, dicitur *gravitas absoluta* vel *pondus*, quare pondus est summa gravitatum, quæ singulis partibus corpus efformantibus conveniunt.

454. Si gravitas in corpore spectetur relate ad volumen, vocatur gravitas *specifica*. Hinc dicuntur ejusdem *specificæ* gravitatis corpora æqui ponderantia sub pari volumine: diversæ autem *specificæ* gravitatis corpora, quæ sub æqualibus voluminibus diversum habent pondus, illudque *specifice* gravius, quod magis ponderat.

455. *Corollarium I.* Quia gravitas absoluta, seu pondus est gravitas ducta in massam (*n.* 453), jam gravitas specifica erit ut quotus gravitatis absolutæ diversæ per volumen (*ex n.* 125).

456. *Corollarium II.* Quoniam densitas corporum exprimitur quoto materiæ per volumen divisæ (*n.* 125), gravitas autem absoluta est ut materia (*n.* 453), evidens est gravitates corporum specificas quæ exprimuntur quoto gravitatis absolutæ per volumen divisæ (*n.* 455) eandem inter se rationem habere, quam habent corporum densitates: propterea, quæ de comparatis cor-

corporum densitatibus alibi docuimus (n. 125 & seq.), etiam gravitatibus specificis aptari debent.

457. Gravitas *respectiva* est ea, qua descendit corpus parte aliqua suæ gravitatis impedita: talis est gravitas, qua lapis per aquam descendit, ubi pars aliqua ipsius gravitatis impeditur in aquæ resistensia superanda. *Absoluta* vero gravitas respective opposita est illa, qua libere descendit corpus in medio non resistente.

458. *Scholion. Corporum pondera explorari solent communibus quibusdam mensuris: nempe* libra, uncia &c. *quæ pro regionum diversitate variæ omnino sunt. In Italia libra romana communiter adhibetur, quæ continet uncias* 12, *libra autem major habet uncias* 16, *quælibet uncia dividitur in drachmas.* 8, *drachma in scrupulos* 3, *scrupulus in grana* 20.

PHÆNOMENON I. *Corpora gravia, cujuscunque sint figuræ, magnitudinis ac ponderis, libere sibi commissa æquali velocitate descendunt in medio non resistente, eodemque tempore æquale spatium metiuntur.*

459. Celebre hoc gravitatis phænomenon ex quibusdam experimentis in pleno captis intulit Galilæus. Illud deinde clarius, ac certius probavit Nevvtonus periculis in vacuo factis: ibi enim ex eadem altitudine demissa lanæ floccu-lum, pluma, & auri frustum pari tempore fundum attigerunt; restituto autem recipienti aere corpora prædicta ceciderunt diversa velocitate. Hæc experimenta pluries a Musschembroekio, Gravessando, Nolleto, aliisque pari successu repetita nullum relinquunt de phænomeni veritate dubitandi locum.

460. *Corollarium I.* Ex medii resistentia tamquam a caussa repetenda est diversa velocitas, qua corpora diversæ massæ, vel voluminis descendunt in pleno. Id clarius infra explicabitur.

461. *Corollarium II.* Corporum pondera in medio non resistente directam sequuntur massarum ratio-

rationem, Momenta enim corporum, quæ æquali velocitate moventur, sunt ut eorumdem massæ (*n.* 091).

Satisfit Objectis.

462. Opp. 1 Quilibet effectus est suæ caussæ adæquate proportionalis (*axioma V, n. 8*), atqui descensus est effectus gravitatis, ergo pro majori gravitate debet major esse descensus; atqui descensus major est etiam celerior, ergo pro majori gravitate debet etiam in vacuo haberi celerior descensus.

463. R. distinguo conseq. pro majori gravitate debet esse major descensus, hoc est, major partium movendarum numerus, sive major motus quantitas, conc. conseq., hoc est celerior descensus, nego conseq. Cum gravitas sit vis descendendi omnibus materiæ particulis æque communis, in nullo corpore haberi potest major intensive gravitas, hoc est major vis descendendi, sed tantummodo haberi potest majus pondus, quod est productum velocitatis in massam (*n.* 453), porro descensus est effectus gravitatis: ergo si eadem repetitur intensive gravitas in omnibus corporibus, eadem quoque in omnibus erit descensus velocitas, ut stet proportio caussam inter ac affectum. Majus itaque pondus, licet numero majores comprehendat gravitatis impulsus, quia tamen partes numero majores moveri debent, non auget decensus celeritatem. Concipe enim corpus A quadruplo ponderosius B: si corpus A in 4 æquales partes dividatur, hæ omnes æquali velocitate descendent cum corpore B, ergo idem contingere debet ubi 4 partes corporis A in unum conjunctæ descendant; neque enim unitæ possunt celerius descendere, quam separatæ.

464. Inst. Aucto in fune numero filorum, augetur cohærentiæ vis non solum extensive, sed etiam intensive: nam si pondus unius libræ disrumpere valet unum filum, pondus 12 librarum non valebit disrumpere 12 fila in unum funem

nem contorta, ergo idem dicendum de aucto gravitantium particularum numero.

465. R. nego antec. Duplicem cum Galilæo distingunt Philosophi corporum cohærentiam: nempe *absolutam*, & *respectivam*, sive *transversalem*. Prima est, qua resistit corpus, ne frangatur viribus secundum longitudinem ipsum trahentibus. Altera est, qua corpus resistit viribus perpendiculariter in ejus fibras longitudinales agentibus. Cohærentia absoluta, cæteris paribus, est in ratione crassitierum, sive filamentorum, aut fibrarum, quibus componitur corpus: sic, inquit Musschembroekius, cum filum lini crassitiei setæ equinæ sustineat libras $3 \frac{1}{2}$ ejus extremo appensas, funis ex 7000 filis confectus sustinebit libras $7000 \times 3 \frac{1}{2} = 24500$, aut etiam minus, si fila contorta fuerint: ex mutuo enim attritu debilitantur, dum contorquentur, sicuti pluribus, experimentis ostenderunt Reamurius, & Musschembroekius, contra vulgarem opinionem, qua putatur fila contorta majorem habere cohærentiam, quam si forent parallela. Cohærentia *respectiva*, quæ multo minor est absoluta, ad quam plerumque se habet ut 1 : 18 ex eodem Musschembroekio, cæteris paribus, minuitur pro majori longitudine, augetur pro majori altitudine, sive quoad rem præsentem attinet, pro majori crassitie, idest numero filorum, hinc utraque cohærentia perinde ac gravitas eamdem semper intensive manet, cum unun filum, una fibra eamdem habeat firmitatem sive sola, sive pluribus aliis unita.

466. Inst. Ita se habent plures particulæ graves simul conjunctæ in corpore cadente, uti se habent duo globi versus eandem plagam excurrentes: atqui globus sequens auget velocitatem præcedentis (*n.* 434) ergo &c.

467. R. dist. min. si ambo globi ferantur æquali celeritate, nego min., i globus sequens celerius moveatur præcedente, conc. min., & nego conseq. Ut allata paritas recte procedat,

opus

opus est globi supponantur æquali celeritate prædìti, quemadmodum omnes corporis cadentis particulæ æquali feruntur velocitate: at, si duo globi versus eamdem plagam pari ferantur celeritate, neuter alterum in motu adjuvat, ergo paritas nostram confirmat sententiam.

468. Inst. Ita se habent in solido partes superiores, sicuti in columna fluidi in vase hospitantis se habent particulæ superiores ad inferiores: sed particulæ fluidi superiores augent celeritates inferiorum: sunt enim celeritates particularum, quæ e vasorum foraminibus effluunt in ratione altitudinum subduplicata, ergo &c.

469. R. posse primo negari majorem: non enim comparari potest descensus fluidorum e vasis foramine cum libero solidorum casu, in fluido enim habetur ultra pressionem perpendicularem pressio lateralis, qua carent solida. Deinde celeritas in fluidis prosilientibus est in ratione subduplicata altitudinis, cum vasa maneat constanter plena. fortasse quia partes fluidi exeuntis premuntur a particulis per vasis altitudinem cadentibus, adeoque suum motum accelerantibus in ratione altitudinum subduplicata, sicuti in corporibus omnibus cadentibus evenire infra demonstrabimus. Verum de motu fluidorum postea.

470. Opp. 2. Si eadem foret plumæ, & auri in vacuo descendentium velocitas, idem foret utriusque corporis ictus: sed hoc falsum, ergo &c.

471. R. nego maj. ictus enim est effectus vis vivæ quæ nedum a celeritate, sed & massa æstimanda est (*n.* 292). Cum porro in auro sit multo major massa, quam in pluma, propterea erit in ipso major vis majorque ictus, quam in pluma, licet eadem sit utriusque velocitas.

472. Inst. Sint duo æqualia pondera, aureum unum, aqueum alterum; habentia nimirum volumina in ratione massarum reciproca, ubi ambo in vacuo descendant ex eadem altitudine, erit par in utroque velocitas: sed & æqualis

sup-

supponitur massa, ergo erit idem utriusque ictus seu vis: atqui hoc falsum: nemo enim aureo potius, quam aqueo deciduo volumini caput supponeret, ergo &c.

473. R. In hypothesi majorem futurum ictum ab auro, quam ab aqua, quia auri materia utpote densa, & compacta contra paucas suppositi obices partes tota ageret: fluida autem massa dispergeretur cadendo in plures separatas guttas ac in diversa agens debiliorem exerceret vim.

PHÆNOMENON II. *Corpora diversi generis per idem medium resistens vi gravitatis decidentia feruntur diversa velocitate.*

474. Nam primo, si duo corpora ejusdem voluminis, sed diversæ densitatis ex eadem altitudine demittantur, illud citius descendit, quod densius est, illud vero tardius, quod rarius. Id probant experimenta in celebri Londinensi Templo D. Pauli a Joanne Teofilo Desagulerio habita coram Nevvtono, Hallejo, Jurin, aliisque pluribus: nempe ex altitudine pedum anglicanorum 272 suillas vesicas aere plenas, & alios varios globos demisit ejusdem diametri, sed diversi tamen ponderis, observavitque ponderosiores citius pavimentum attigisse. Idem ante Desagulerium Ricciolus, & Dechales deprehenderant, ut propterea hoc phænomenon certissimum physicis omnibus sit, a quibus veluti minus exacte institut. rejiciuntur tentamina D. Frenicle, qui, referente Duhamelio, observavit plumbeum, ligneumque globos ejusdem diametri ex altitudine pedum 147 demissos eodem tempore subjectum solum percussisse.

475. Secundo corpora ejusdem ponderis, sed diversi voluminis ex eadem altitudine demissa inæquali feruntur celeritate: illud nempe tardius, quod majus volumen habet, citius vero quod minus. Id certum quotidiana experientia est: citius enim per aerem defertur lamina unius palmi simili æqui ponderanti lamina bipalmari.

476.

476. Differentiam velocitatum, quibus duo corpora ejusdem voluminis, sed inæqualis ponderis, vel ejusdem ponderis, sed diversi voluminis in eodem medio resistente puta in aere, descendunt, sic explicant Physici. Ut corpus aliquod per medium resistens descendere possit, æquale sibi medii volumen singulis momentis propellere debet; sed hoc medii volumen mutationi resistit (n. 240), ergo corpus descendens aliquod pati debet velocitatis detrimentum. Si corpora cadentia fuerint ejusdem magnitudinis, æquale medii volumen singulis momentis, e loco pellent, adeoque æqualem ex parte medii resistentiam patientur, ea tamen lege, ut minus retardari in motu debeat corpus ponderosius. Concipe enim duo corpora A, & B æqualis voluminis habere pondera 2 : 4, si vis gravitatis, qua corpus A deorsum urgetur in medio non resistente, fuerit 2, in altero B erit 4; decidant nunc hæc duo corpora per idem medium resistens, cujus tanta sit reactio, ut unum vis motricis gradum in utroque extinguere valeat, remanebit vis motrix in corpore A ad vim motricem in corpore B, ut 1 : 3, ergo corpus B ponderosius decidet celerius. Idem facile intelligetur de duobus corporibus ejusdem ponderis, sed diversi voluminis, cum enim pondera sunt æqualia, etiam vires gravitatis æquales sunt, sed volumina supponuntur inæqualia, ergo inæqualia ejusdem medii volumina erunt singulis momentis e loco pellenda, ergo inæquales virium gradus in corporibus cadentibus a medii reactione continuo elidentur, portio nempe major in corpore majoris molis, minor in minori, ergo ex adverso major supererit celeritas in minori corpore, minor in majori.

477. *Corollarium I.* Quo densius est medium, per quod corpora descendunt, fit major in ipsis descensus retardatio. Nam pro majori medii densitate major est ejusdem massa (n. 126), ac con-

consequenter resistentia (*n.* 241); ergo major fiet in corporibus deciduis virium jactura, ac major retardatio.

478. *Corollarium II.* Licet, cæteris paribus, in corporibus cadentibus per idem medium sit major celeritas pro majori pondere, non sunt tamen celeritates ut pondera, sicuti docuit Aristoteles. Nam celeritates omnium corporum cadentium ex pari altitudine sunt inter se æquales, cum in vacuo descendunt (*n.* 459), ergo cum in pleno cadunt, major quidem continget respectu levioris corporis retardatio, non tamen ejus gravitati proportionalis. Finge enim duo æqualia corpora A, & B ex eadem altitudine descendere velocitate 10, si primum sit duplo ponderosius altero, quo tempore A amittit 1 velocitatis gradum ob medii resistentiam, B amittet 2, ergo remanebunt in A velocitatis gradus 9, in B 8, ergo velocitates non erunt ut pondera. Hinc notum est ab experimentis Desagulierii duos æquales globos diversi ponderis ex eadem altitudine pedum 272 ita cecidisse, ut ponderosioris velocitas ad alterius velocitatem foret ut 3 : 1, cum tamen pondera essent ut 19 : 1.

PHÆNOMENON III. *Gravia quæcunque suo genio relicta, ubicunque locorum cadant, lineam sensibiliter rectam, atque horizonti perpendicularem suo motu describunt.*

479. Hujusce phænomeni testem habemus quotidianam experientiam, qua compertum fit corpora quæcunque libere sibi commissa, ubicunque locorum cadant, per lineam sensibiliter rectam ferri deorsum, aut in sua quiete telluris superficie per rectam lineam incumbere.

480. *Corollarium I.* Si Terræ figura physice sphærica supponatur, corpora omnia versus telluris centrum recta tendunt: Exhibeatur enim terra circulo DSI (*fig.* 19), cujus horizon sit tangens BDC, si corpus A decidit per horizonti perpendicularem AD, patet perpendicularem

AD

AD continuatam cadere in centrum T. Si vero terræ figura non sit perfecte sphærica, sed ad sphæroidem accedat (quod probabilius esse alibi demonstrabimus) non tendent utique gravia in terræ centrum, cum in solo circulo, ex cujus rotatione generatur sphæra, normales ad peripheriam in centrum concurrant: attamen si inter axim telluris, & diametrum æquatoris exigua supponatur differentia, sive sphæroida terræ figura a sphærica non multum differat, assumi poterit citra erroris periculum, physice loquendo gravia in terræ centrum tendere.

481. *Corollarium II.* Si cadente gravi tellus in duas æquales partes dehisceret, corpus ad centrum T perveniret, cumque in descensu magnam acquisivisset velocitatem, hujus ope ex T versus I asceneeret motu uniformiter retardato: quo pacto pendulum, ubi ad infimum vibrationis punctum pervenit, ratione præconcepti impetus ad oppositam altitudinem ascendit.

ARTICULUS III.

De gravitatis Legibus.

LEX I. Gravitas corporum est quantitati materiæ proportionalis.

492. Nam unaquæque particula corpus componens suam habet gravitatem, quæ quidem est eadem intensive in omnibus, ac singulis, sicuti ostendit æqualis celeritas omnium corporum in vacuo cadentium (*n.* 459): igitur gravitas absoluta, sive pondus in corpore erit, ut numerus particularum gravitantium, sive ut quantitas materiæ. Hinc fit, ut in quolibet corpore aucta, vel imminuta massa augeatur, vel minuatur pondus, eademque perseveret gravitas, ubi massa sit eadem, etsi figura, aut status corporis immutentur.

483. Dices: cadaver animalis magis ponderat, quam vivum animal, esti eadem sit massa: idem cor-

corpus magis ponderat sub polis, quam sub æquatore, hyeme, quam æstate: corpora calcinata magis ponderant, quam antea. Tandem in globo vitreo pisis, & aqua repleto, & probe cera occluso majus pondus post octo dies fuit deprehensum.

484. R. ad 1. In cadavere cessat sanguinis motus, propterea ejus pondus fit majus relate ad potentiam sustinentem, cum fluida *respective* plus ponderent, cum quiescunt, quam cum moventur. Item in cadavere cessat respiratio, & perspiratio, per quas a vivo animali partes jugiter amittuntur. Tandem cadaver frigescit, minusquè volumen occupat: at massa eadem ad minus volumen redacta magis ponderat, cum minorem patiatur suæ vis jacturam a minori aeris volumine (*n*. 476): non ergo mirum, si cadaver magis ponderet, quam vivum animal.

485. Ad 2. Gravitas minus agit pro majori a telluris centro distantia, uti mox dicemus. Cum itaque corpora sub polis minus a telluris centro distent, propterea magis ponderant. Verum de hoc alibi.

486. Ad 3. Æstate ob caloris motum plures a corporibus particulæ evaporantur: item eorum volumen augetur, propterea minor in ipsis apparere debet gravitas *n*. 476).

487. Ad 4 in corporibus calcinatis ope ignis plures introducuntur heterogeneæ, gravesque particulæ; hinc crescit in ipsis massa, ac pondus.

488. Ad ultimum. Experimentum vocatur erroneum a Musschembroekio. Vel, si admittatur, forsitan, inquit Clariss. Auctor, pulvix ex aere delapsus, forsitam aeris humidum, pondus funis ex quo globus suspendebatur, auxit, quo expertor deceptus fuit.

LEX II. Gravitas corporum, quæ a centro terræ diversam habent distantiam, & ultra terræ superficiem sunt posita, est in ratione reciproca quadratorum distantiæ a centro.

489. Hanc legem demonstravit Nevvtonus ex

eo, quod corpus circa aliud in foco positum describens ellipsim, vim habeat centripetam, quæ est in ratione inversa distantiæ a foco. Inde enim fit, ut planetæ circa Solem, & Luna circa terram describentes ellipsim vires habeant centripetas in ratione distantiarum reciproca. Quia ergo, eodem ostendente Viro Cl., vis gravitatis in terram habet eamdem rationem, quam vis centripeta Lunæ ad terram, & planetarum ad Solem, propterea etiam vis gravitatis corporum erit in ratione reciproca distantiarum a centro. De hoc argumento erit alibi disputandi locus. Nunc assignatam gravitatis legem clarius, ac brevius ostendemus.

490. Posito telluris centro A (*fig.* 20), vis gravitatis agit secundum rectas AD, AC, AB a centro ad superficiem ductas (n. 480), ac consequenter secundum easdem ad quodlibet spatium GFE indefinite productas. Si igitur has rectas supponamus terminatas in punctis GFE, jam vis gravitatis quæ agebat in punctis DCB, aget in punctis CFE: decrescet igitur vis gravitatis in punctis GFE in ea ratione, in qua crescit superficies EFGK præ superficie BCDH: atqui superficies circularis EFGK crescit in ratione duplicata radii AG, cum circuli sint inter se in ratione duplicata suorum radiorum (*Geom. n.* 228), ergo minuitur gravitatis vis prout crescunt distantiarum quadrata a centro, sive in ratione reciproca quadratorum distantiæ. Hoc ratiocinio quo utitur etiam Musschembroekius, licet infirmum videatur Jacquiero, probant etiam physici omnes, qualitates, quæ per sphæram propagantur, nempe lucem, calorem, odorem, sonum decrescere in ratione duplicata auctæ distantiæ a centro.

491. *Corollarium*. Cum de gravibus fit sermo non multum a terræ superficie dissitis, quorum motus experimentis subjacent, potest citra physicum errorem eorum gravitas haberi tamquam uniformis, & constans. Etenim, cum secundum Picardi mensuram terræ semidiameter sit pedum 19615800,

1961800, jam altitudo 300 circiter pedum supra terræ superficiem, ad quod haberi possunt experimenta, potest absque physico errore contemni, ac propterea gravitas in varia distantia, ad quam pertingunt experimenta, potest haberi pro uniformi, & constanti.

LEX III, Gravitas in distantia, ad quam capi possunt experimenta, corporum cadentium motum uniformiter accelerat.

492. Corpora cadentia suum motum accelerare, res fuit antiquis etiam Philosophis nota, apud quos instar axiomatis fuit: *motus in fine velocior*. Et certe cum corpora cadentia, eadem invariata massa, majorem ictum in subjectum solum efficiant, quo major est altitudo, ex qua descendunt, proculdubio eorum celeritatem augeri necesse est, cum vis sit factum ex massa, & velocitate (*n.* 289). Hanc vero accelerationem esse uniformem, idest per singula descensus tempuscula æqualem, omnium primus demonstravit Galilæus ratione ductus, & experientia. Ratione quidem; cum enim gravitas spectari debeat tamquam vis uniformis, & constans (*num.* 291), proculdubio æqualibus temporibus æquales velocitatis gradus cadenti corpori communicabit; sed hi gradus semel acquisiti non extinguuntur, quousque corpus in motu fuerit, cum ex una parte caussa nulla sit eos elidens: ex alia vero conservari debeant ab inertia corporis (*num.* 315), ergo necesse est motus gravium cadentium sit uniformiter acceleratus (*n.* 274).

493. Idipsum confirmant experimenta. Nam ut omittam, quæ refert idem Galilæus, peracta in plano inclinato, quæ opportunius infra in medium adducam, P. Riciolius demisso globo cretaceo ponderis 8 unciarum ex Bononiensi Asinellorum turri alta pedes romanos 290, observavit primo minuto secundo percurrisse pedes 15, sequenti pedes 45, tertio 75, quarto 105,

quæ spatia nonnisi per uniformem accelerationem describi poterant, ut infra clarius patebit. Pari successu tentamina fuere repetita in Academia Londinensi, & Parisiensi, tum a Gravesando, Nolleto, de Chales, aliisque expertoribus. Nullus ergo relinquitur dubitandi locus de uniformi gravium cadentium acceleratione.

494. *Corol. I.* Quoniam prædicta experimenta in pleno capta fuere, ubi aliqua semper habetur medii resistentia, dubitandum non est hanc uniformem motus accelerationem multo futurum exactiorem si in vacuo corpora descenderent.

495. *Corol. II.* Si grave juxta perpendicularem lineam sursum projiciatur, erit ejus motus *uniformiter retardatus*. Cum enim moveatur contra gravitatis directionem (*n.* 440): sitque gravitas vi constans, & uniformis (*n.* 491), jam singulis momentis contingent æqualia verticalis impetus decrementa, adeoque ascensus uniformiter retardabitur: quod & experimenta confirmant.

Satisfit Objectis.

496. Opp. 1. Compertum est ab experimentis Florentinorum (*esperienze intorno ai Projetti*) pilas a sclopetis perpendiculariter deorsum in ferream laminam explosas in eadem profundiores efficere cavitates, quo minor est scopleti ab obice distantia, sed contrarium eveniret, si gravia descendentia suum motum accelerarent, ergo &c. Secundo: si duo æquales globi eadem nitrati pulveris copia ejiciantur unus quidem deorsum contra pavimentum, alter sursum contra laqueare, major depreheaditur ictus in laqueari, quam in pavimento: oppositum autem contigeret, si gravium cadentium motus accelleraretur, & retardaretur ascendentium, ergo &c. Tandem observante Mersenno in sua Balistica sagitta, quæ in ascensu tria impendit minuta secunda, 5 insumit in descensu per idem spatium.

497.

497. R. ad 1. In pila deorsum perpendiculariter expussa duplicem haberi impetum cospirantem, alium nempe a gravitate acceptum, alterum, a nitrato pulvere ipsi communicatum. Primus augetur in descensu (*n.* 492) alter vero, utpote determinatus, nec crescens, ab aeris resistentia continuo eliditur, ac tandem extinguitur. Itaque, cum pila in minori a sclopeto distantia utrumque habeat impetum, majorem exercebit vim contra obstacula, quam in magna distantia, in qua secundus impetus vel imminutus fuit, vel penitus extinctus.

498. Inst. Etsi in allato experimento cesset impetus a nitrato pulvere pilæ communicatus, vis tamen gravitatis pilæ motum continuo accelerat, ergo in multa distantia ingens foret pilæ vis.

499. R. gravium cadentium accelerationem in pleno suo habere limites: nisi enim hoc foret, pluviæ guttæ plantas teneriores, ac segetes semper prosternerent. Itaque gravium cadentium celeritates crescunt in ratione directa temporum, ut infra probabitur, resistentiæ autem in ratione temporum duplicata, hincque fit, ut magis aucta resistentia, motus ad æquabilem reducatur, præcipue si corpora cadentia fuerint exiguæ gravitatis, aut magnæ superficiei, quod pluribus etiam experimentis confirmavit Frenicle, referente Duhamelio: non habet ergo expulsa pila suum motum indesinenter accelerare, adeout parem vi nitrati pulveris impetu cadendo acquirat.

500. Ad 2. Cum pila sursum proiicitur, ratione suæ gravitatis manet diutius applicata accenso pulveri, quam cum deorsum exploditur; hinc majorem acquiret vim dum contra laqueare extruditur quam cum deorsum eiicitur.

501. Vis etiam, qua sagitta sursum emittitur, est major, quam vis gravitatis: non enim ipsam superaret, nisi foret major, unde non mirum si celerius ascendat, quam descendat per idem spatium.

502. Opp. 2. Nequeunt celeritatis gradus a gravitate cadenti corpori impressi semper in ipso conservari, nam celeritas est quid transiens; Deinde: celeritas insumitur in percurrendo spatio. Tertio: extinguitur a medii resistentia. Tandem, si conservaretur, motus prodiret, saltem in vacuo, infinite velox a finita gravitate productus, quod absurdum.

503. R. ad 1. Celeritas est quid transiens *in actu secundo* accepta, sive pro actuali mobilis translatione, non autem sumpta *in actu primo*, scilicet pro vi, qua mobile est instructum ad datum spatium dato tempore percurrendum.

504. Ad 2. Celeritas est intrinsecus corporis status, qui mutari nequit, nisi ab aliqua contraria vi (*n.* 315). Cum porro in spatio vacuo nulla fingi possit extrinseca vis celeritati contraria, hinc extingui celeritas nequit; ubi autem medium sit resistens, tunc utique celeritas paullatim imminuitur, motusque ad æquabilem reducitur (*n.* 490).

505. Ad ultimum patet responsio ex alibi dictis (*n.* 323).

ARTICULUS IV.

De Gravium Motibus.

506. Gravium motus fieri potest per lineam perpendicularem, vel per lineam horizonti obliquam, vel per lineam curvam, sive circularem, sive parabolicam. De hisce omnibus disputandum.

§. I.

De Gravium motu perpendiculari.

PROPOSITIO I. *In motu uniformiter accelerato, vel retardato celeritatum incrementa, vel decrementa directam sequuntur temporum rationem.*

507. *Probatur.* Recta AG (*fig.* 21) tempus exhibeat, que corpus motu accelerato descendit, di-

dividatur in minimas æquales partes AB, BD, DH, HG. Ad lineam AG ordinetur normalis BC exprimens velocitatem exiguo tempore AB a mobili acquisitam, conjunctaque AC ad partes EI indefinite producta ordinetur DE, HL, GI, ac demittantur normales CF, ER, LS, manifestum est fore DA : AB : DE : BC, & HL : DE : HA : DA, sicque de cæteris, adeout ratio ordinatarum æqualis sit rationi abscissarum, ob triangulorum similitudinem (*Geom. n.* 218): sed abscissæ ex hypothesi exprimunt tempora, & ordinatæ velocitates, quod secundum ita demonstro: ponamus ex A per tempus AE corpus decidens acquirere velocitatem BC, ac progredi deinde æquali tempusculo BD pristino motu absque acceleratione, jam elapso tempusculo BD servabit velocitatem BC = DF: atqui tempusculo BD a costanti gravitatis impulsu perinde sollicitatur, ac tempusculo AB, nec nova ista sollicitatio tollit primæ sollicitationis effectum, cum ambæ conspirent, ergo corpus elapso tempore AD habebit aliam velocitatem DF = BC, quam primo tempusculo acquisivit: sed DF = FE, cum sint triangula BAC, FCE similiter æqualia (*Geom. n.* 70), ergo tota DE exprimit velocitatem toto tempore AD acquisitam, quod quidem & de alia quacumqua ordinata similiter ostendi potest. Generaliter ergo ordinatæ exprimunt velocitates, abscissæ autem tempora, ergo cum eadem sit ratio ordinatarum, & abscissarum, jam velocitatum incrementa erunt in ratione temporum directa. Quæ tota demonstratio, cum motui uniformiter retardato applicari possit, ordine inverso figuram considerando, patet veritas totius propositionis.

PROPOSITIO II. *Corpus libere descendens sola vi gravitatis variis temporibus spatia percurrit, quæ a motus initio computata duplicatam sequuntur temporum rationem.*

508. *Probatur.* Si corpus caderet motu æqua-
 bili-

bili, spatia descripta tempusculis AB, BD, DH, HG exprimi deberent per summam rectangulorum BO, DN, HM, GP (*n.* 279), quorum singula exhiberent spatia singulis temporibus percursa motu quidem uniformiter accelerato, si ponamus AO = GN = EM = LP: acceleratione per intervalla temporis facta: nempe post tempus AB acceleratione CN, post tempus DB acceleratione EM, post tempus DH acceleratione LP. At si concipiamus (quod in gravium libero lapsu contingit) tempuscula AB, BD, DH, HG esse infinite parva, & incrementa celeritatum CN, EM, LP singulis tempusculis acquisita esse infinite parva, motus continuo accelerabitur, ductaque recta AI rectangula BO, DN, HM, GP, utpote minima, dabunt triangulum AIG aequale omnibus hisce rectangulis infinite parvis simul sumptis; quod exprimet spatium toto tempore AG confectum, ergo etiam triangulum ABC dabit spatium primo tempusculo AB emensum: triangulum ADE spatium toto tempore AD peragratum; sed triangula ista, utpote similia, sunt inter se in ratione duplicata laterum homologorum AB, AD (*Geom. n.* 216), quae exprimunt tempora, ergo spatia motu uniformiter accelerato descripta, & computata a puncto A, sive a motus initio, sequuntur duplicatam temporum rationem.

509. *Corol. I.* Quoniam velocitates sunt in eadem ratione, iu qua sunt tempora (*n.* 507), erunt spatia descripta ab initio motus computata in duplicatam velocitatum ratione.

510. *Corol. II.* Tempora, & celeritas in motu uniformiter accelerato subduplicatam sequuntur spatiorum rationem.

511. *Corol. III.* Spatium, quod corpus libere descendens vi gravitatis finito tempore describit, dimidium est illius, quod eodem tempore peragraret si celeritate ultimo acquisita aequabiliter ab initio moveretur. Nam triangulum AIG exhibet quantitatem spatii a corpore per-

cursi

cursi motu æquabiliter accelerato tempore AG (*n.* 508), ergo rectangulum AGIK quantitatem designat spatii, quod eodem tempore AG percurreret corpus idem constanti celeritate GI; sed triangulum AGI dimidium est rectanguli AGIK (*Geom. n.* 96), ergo spatium, quod corpus libere descendens vi gravitatis finito tempore describit, dimidium est illius, quod eodem tempore peragraret, si celeritate ultimo acquisita ab initio æquabiliter moveretur.

512. *Corol. IV.* Spatia, quæ temporibus æqualibus percurruntur a gravi libere cadente, crescunt secundum progressionem numerorum imparium 1, 3, 7, 9, 11, &c. Nam triangulum ABC spatium exprimit tempore AB confectum (*n.* 508), & trapetium BCDE spatium descriptum tempore BD: sed trapetium BCDE est triplum trianguli, ABC, ut manifestum est, ergo duobus temporibus æqualibus AB. BD crescunt spatia ut numeri 1, 3. Similiter trapetium DLEH est quintuplum trianguli ABC, ergo tertio tempore spatia crescunt ut 5. Similiter de aliis temporibus ostendam.

513. *Corol. V.* Cum in motu uniformiter retardato celeritatum decrementa sequantur temporum rationem (*n.* 507), jam si triangulum AGI exhibeat quantitatem spatii percursi a corpore decidente motu æquabiliter accelerato per tempus AG (*n.* 508), idem triangulum AGI spatium dabit confectum a corpore ascendente per tempus GA motu uniformiter retardato. Hinc facile erit ex dictis ostendere I, spatia, quæ percurrit corpus grave sursum ascendens ab initio usque ad finem motus computata, ea proportione decrescere, qua tum temporum, tum celeritatum quadrata minuuntur. II, tum tempora, tum velocitates, quibus corpus grave sursum ascendit, minui in ratione spatiorum subduplicata. III, si corpus sursum projectum ea velocitate, quam primo momento acquisivit, æquabiliter ascenderet, confecturum spatium du-

 plum

AD continuatam cadere in centrum T. Si vero terræ figura non sit perfecte sphærica, sed ad sphæroidem accedat (quod probabilius esse alibi demonstrabimus) non tendent utique gravia in terræ centrum, cum in solo circulo, ex cujus rotatione generatur sphæra, normales ad peripheriam in centrum concurrant: attamen si inter axim telluris, & diametrum æquatoris exigua supponatur differentia, sive sphæroida terræ figura a sphærica non multum differat, assumi poterit citra erroris periculum, physice loquendo gravia in terræ centrum tendere.

481. *Corollarium II.* Si cadente gravi tellus in duas æquales partes dehisceret, corpus ad centrum T perveniret, cumque in descensu magnam acquisivisset velocitatem, hujus ope ex T versus I asceneeret motu uniformiter retardato: quo pacto pendulum, ubi ad infimum vibrationis punctum pervenit, ratione præconcepti impetus ad oppositam altitudinem ascendit.

ARTICULUS III.

De gravitatis Legibus.

LEX I. Gravitas corporum est quantitati materiæ proportionalis.

492. Nam unaquæque particula corpus componens suam habet gravitatem, quæ quidem est eadem intensive in omnibus, ac singulis, sicuti ostendit æqualis celeritas omnium corporum in vacuo cadentium (*n.* 459): igitur gravitas absoluta, sive pondus in corpore erit, ut numerus particularum gravitantium, sive ut quantitas materiæ. Hinc fit, ut in quolibet corpore aucta, vel imminuta massa augeatur, vel minuatur pondus, eademque perseveret gravitas, ubi massa sit eadem, etsi figura, aut status corporis immutentur.

483. Dices: cadaver animalis magis ponderat, quam vivum animal, esti eadem sit massa: idem

cor-

corpus magis ponderat sub polis, quam sub æquatore, hyeme, quam æstate: corpora calcinata magis ponderant, quam antea. Tandem in globo vitreo pisis, & aqua repleto, & probe cera occluso majus pondus post octo dies fuit deprehensum.

484. R. ad 1. In cadavere cessat sanguinis motus, propterea ejus pondus fit majus relate ad potentiam sustinentem, cum fluida *respective* plus ponderent, cum quiescunt, quam cum moventur. Item in cadavere cessat respiratio, & perspiratio, per quas a vivo animali partes jugiter amittuntur. Tandem cadaver frigescit, minusque volumen occupat: at massa eadem ad minus volumen redacta magis ponderat, cum minorem patiatur suæ vis jacturam a minori aeris volumine (n. 476): non ergo mirum, si cadaver magis ponderet, quam vivum animal.

485. Ad 2. Gravitas minus agit pro majori a telluris centro distantia, uti mox dicemus. Cum itaque corpora sub polis minus a telluris centro distent, propterea magis ponderant. Verum de hoc alibi.

486. Ad 3. Æstate ob caloris motum plures a corporibus particulæ evaporantur: item eorum volumen augetur, propterea minor in ipsis apparere debet gravitas n. 476).

487. Ad 4 in corporibus calcinatis ope ignis plures introducuntur heterogeneæ, gravesque particulæ; hinc crescit in ipsis massa, ac pondus.

488. Ad ultimum. Experimentum vocatur erroneum a Musschembroekio. Vel, si admittatur, forsitan, inquit Clariss. Auctor, pulvix ex aere delapsus, forsitam aeris humidum, pondus funis ex quo globus suspendebatur, auxit, quo expertor deceptus fuit.

LEX II. Gravitas corporum, quæ a centro terræ diversam habent distantiam, & ultra terræ superficiem sunt posita, est in ratione reciproca quadratorum distantiæ a centro.

489. Hanc legem demonstravit Nevvtonus ex

eo, quod corpus circa aliud in foco positum describens ellipsim, vim habeat centripetam, quæ est in ratione inversa distantiæ a foco. Inde enim fit, ut planetæ circa Solem, & Luna circa terram describentes ellipsim vires habeant centripetas in ratione distantiarum reciproca. Quia ergo, eodem ostendente Viro Cl., vis gravitatis in terram habet eamdem rationem, quam vis centripeta Lunæ ad terram, & planetarum ad Solem, propterea etiam vis gravitatis corporum erit in ratione reciproca distantiarum a centro. De hoc argumento erit alibi disputandi locus. Nunc assignatam gravitatis legem clarius, ac brevius ostendemus.

490. Posito telluris centro A (*fig.* 20), vis gravitatis agit secundum rectas AD, AC, AB a centro ad superficiem ductas (n.480), ac consequenter secundum easdem ad quodlibet spatium GFE indefinite productas. Si igitur has rectas supponamus terminatas in punctis GFE, jam vis gravitatis quæ agebat in punctis DCB, aget in punctis CFE: decrescet igitur vis gravitatis in punctis GFE in ea ratione, in qua crescit superficies EFGK præ superficie BCDH: atqui superficies circularis EFGK crescit in ratione duplicata radii AG, cum circuli sint inter se in ratione duplicata suorum radiorum (*Geom.* n. 228), ergo minuitur gravitatis vis prout crescunt distantiarum quadrata a centro, sive in ratione reciproca quadratorum distantiæ. Hoc ratiocinio quo utitur etiam Musschembroekius, licet infirmum videatur Jacquiero, probant etiam physici omnes, qualitates, quæ per sphæram propagantur, nempe lucem, calorem, odorem, sonum decrescere in ratione duplicata auctæ distantiæ a centro.

491. *Corollarium*. Cum de gravibus fit sermo non multum a terræ superficie dissitis, quorum motus experimentis subjacent, potest citra physicum errorem eorum gravitas haberi tamquam uniformis, & constans. Etenim, cum secundum Picardi mensuram terræ semidiameter sit pedum

19615800,

19615800, jam altitudo 300 circiter pedum supra terræ superficiem, ad quod haberi possunt experimenta, potest absque physico errore contemni, ac propterea gravitas in varia distantia, ad quam pertingunt experimenta, potest haberi pro uniformi, & constanti.

LEX III, Gravitas in distantia, ad quam capi possunt experimenta, corporum cadentium motum uniformiter accelerat.

492. Corpora cadentia suum motum accelerare, res fuit antiquis etiam Philosophis nota, apud quos instar axiomatis fuit: *motus in fine velocior.* Et certe cum corpora cadentia, eadem invariata massa, majorem ictum in subjectum solum efficiant, quo major est altitudo, ex qua descendunt, proculdubio eorum celeritatem augeri necesse est, cum vis sit factum ex massa, & velocitate (*n.* 289). Hanc vero accelerationem esse uniformem, idest per singula descensus tempuscula æqualem, omnium primus demonstravit Galilæus ratione ductus, & experientia. Ratione quidem; cum enim gravitas spectari debeat tamquam vis uniformis, & constans (*num.* 291), proculdubio æqualibus temporibus æquales velocitatis gradus cadenti corpori communicabit; sed hi gradus semel acquisiti non extinguuntur, quousque corpus in motu fuerit, cum ex una parte caussa nulla sit eos elidens: ex alia vero conservari debeant ab inertia corporis (*num.* 315), ergo necesse est motus gravium cadentium sit uniformiter acceleratus (*n.* 274).

493. Idipsum confirmant experimenta. Nam ut omittam, quæ refert idem Galilæus, peracta in plano inclinato, quæ opportunius infra in medium adducam, P. Riciolius demisso globo cretaceo ponderis 8 unciarum ex Bononiensi Asinellorum turri alta pedes romanos 290, observavit primo minuto secundo percurrisse pedes 15, sequenti pedes 45, tertio 75, quarto 105,

quæ spatia nonnisi per uniformem accelerationem describi poterant, ut infra clarius patebit. Pari successu tentamina fuere repetita in Academia Londinensi, & Parisiensi, tum a Gravesando, Nolleto, de Chales, aliisque expertoribus. Nullus ergo relinquitur dubitandi locus de uniformi gravium cadentium acceleratione.

494. *Corol. I.* Quoniam prædicta experimenta in pleno capta fuere, ubi aliqua semper habetur medii resistentia, dubitandum non est hanc uniformem motus accelerationem multo futurum exactiorem si in vacuo corpora descenderent.

495. *Corol. II.* Si grave juxta perpendicularem lineam sursum projiciatur, erit ejus motus *uniformiter retardatus*. Cum enim moveatur contra gravitatis directionem (*n.* 440); sitque gravitas vi constans, & uniformis (*n.* 491), jam singulis momentis contingent æqualia verticalis impetus decrementa, adeoque ascensus uniformiter retardabitur: quod & experimenta confirmant.

Satisfit Objectis.

496. Opp. 1. Compertum est ab experimentis Florentinorum (*esperienze intorno ai Projetti*) pilas a sclopetis perpendiculariter deorsum in ferream laminam explosas in eadem profundiores efficere cavitates, quo minor est scopleti ab obice distantia, sed contrarium eveniret, si gravia descendentia suum motum accelerarent, ergo &c. Secundo: si duo æquales globi eadem nitrati pluveris copia ejiciantur unus quidem deorsum contra pavimentum, alter sursum contra laqueare, major depreheaditur ictus in laqueari, quam in pavimento: oppositum autem contigeret, si gravium cadentium motus acceleraretur, & retardaretur ascendentium, ergo &c. Tandem observante Mersenno in sua Balistica sagitta, quæ in ascensu tria impendit minuta secunda, 5 insumit in descensu per idem spatium.

497. R. ad 1. In pila deorsum perpendiculariter expussa duplicem haberi impetum cospirantem, alium nempe a gravitate acceptum, alterum a nitrato pulvere ipsi communicatum. Primus augetur in descensu (n. 492) alter vero, utpote determinatus, nec crescens, ab aeris resistentia continuo eliditur, ac tandem extinguitur. Itaque, cum pila in minori a sclopeto distantia utrumque habeat impetum, majorem exercebit vim contra obstacula, quam in magna distantia, in qua secundus impetus vel imminutus fuit, vel penitus extinctus.

498. Inst. Etsi in allato experimento cesset impetus a nitrato pulvere pilæ communicatus, vis tamen gravitatis pilæ motum continuo accelerat, ergo in multa distantia ingens foret pilæ vis.

499. R. gravium cadentium accelerationem in pleno suo habere limites; nisi enim hoc foret, pluviæ guttæ plantas teneriores, ac segetes semper prosternerent. Itaque gravium cadentium celeritates crescunt in ratione directa temporum, ut infra probabitur, resistentiæ autem in ratione temporum duplicata, hincque fit, ut magis aucta resistentia, motus ad æquabilem reducatur, præcipue si corpora cadentia fuerint exiguæ gravitatis, aut magnæ superficiei, quod pluribus etiam experimentis confirmavit Freniclè, referente Duhamelio: non habet ergo expulsa pila suum motum indesinenter accelerare, adeout parem vi nitrati pulveris impetu cadendo acquirat.

500. Ad 2. Cum pila sursum projicitur, ratione suæ gravitatis manet diutius applicata accenso pulveri, quam cum deorsum exploditur; hinc majorem acquiret vim dum contra laqueare extruditur quam cum deorsum eiicitur.

501. Vis etiam, qua sagitta sursum emittitur, est major, quam vis gravitatis: non enim ipsam superaret, nisi foret major, unde non mirum si celerius ascendat, quam descendat per idem spatium.

502. Opp. 2. Nequeunt celeritatis gradus a gravitate cadenti corpori impressi semper in ipso conservari, nam celeritas est quid transiens; Deinde: celeritas insumitur in percurrendo spatio. Tertio: extinguitur a medii resistentia. Tandem, si conservaretur, motus prodiret, saltem in vacuo, infinite velox a finita gravitate productus, quod absurdum.

503. R. ad 1. Celeritas est quid transiens *in actu secundo* accepta, sive pro actuali mobilis translatione, non autem sumpta *in actu primo*, scilicet pro vi, qua mobile est instructum ad datum spatium dato tempore percurrendum.

504. Ad 2. Celeritas est intrinsecus corporis status, qui mutari nequit, nisi ab aliqua contraria vi (*n.* 315). Cum porro in spatio vacuo nulla fingi possit extrinseca vis celeritati contraria, hinc extingui celeritas nequit; ubi autem medium sit resistens, tunc utique celeritas paullatim imminuitur, motusque ad æquabilem reducitur (*n.* 490).

505. Ad ultimum patet responsio ex alibi dictis (*n.* 323).

ARTICULUS IV.

De Gravium Motibus.

506. Gravium motus fieri potest per lineam perpendicularem, vel per lineam horizonti obliquam, vel per lineam curvam, sive circularem, sive parabolicam. De hisce omnibus disputandum.

§. I.

De Gravium motu perpendiculari.

PROPOSITIO I. *In motu uniformiter accelerato, vel retardato celeritatum incrementa, vel decrementa directam sequuntur temporum rationem.*

507. *Probatur.* Recta AG (*fig.* 21) tempus exhibeat, que corpus motu accelerato descendit, di-

dividatur in minimas æquales partes AB, BD, DH, HG. Ad lineam AG ordinetur normalis BC exprimens velocitatem exiguo tempore AB a mobili acquisitam, conjunctaque AC ad partes EI indefinite producta ordinetur DE, HL, GI, ac demittantur normales CF, ER, LS, manifestum est fore DA : AB : DE : BC, & HL : DE : HA : DA, sicque de cæteris, adeout ratio ordinatarum æqualis sit rationi abscissarum, ob triangulorum similitudinem (*Geom. n. 218*): sed abscissæ ex hypothesi exprimunt tempora, & ordinatæ velocitates, quod secundum ita demonstro: ponamus ex A per tempus AE corpus decidens acquirere velocitatem BC, ac progredi deinde æquali tempusculo BD pristino motu absque acceleratione, jam elapso tempusculo BD servabit velocitatem BC = DF: atqui tempusculo BD a costanti gravitatis impulsu perinde sollicitatur, ac tempusculo AB, nec nova ista sollicitatio tollit primæ sollicitationis effectum, cum ambæ conspirent, ergo corpus elapso tempore AD habebit aliam velocitatem DF = BC, quam primo tempusculo acquisivit: sed DF = FE, cum sint triangula BAC, FCE similiter æqualia (*Geom. n. 70*), ergo tota DE exprimit velocitatem toto tempore AD acquisitam, quod quidem & de alia quacumqua ordinata similiter ostendi potest. Generaliter ergo ordinatæ exprimunt velocitates, abscissæ autem tempora, ergo cum eadem sit ratio ordinatarum, & abscissarum, jam velocitatum incrementa erunt in ratione temporum directa. Quæ tota demonstratio, cum motui uniformiter retardato applicari possit, ordine inverso figuram considerando, patet veritas totius propositionis.

PROPOSITIO II. *Corpus libere descendens sola vi gravitatis variis temporibus spatia percurrit, quæ a motus initio computata duplicatam sequuntur temporum rationem.*

508. *Probatur.* Si corpus caderet motu æquabili-

bili, spatia descripta tempusculis AB, BD, DH, HG exprimi deberent per summam rectangulorum BO, DN, HM, GP (*n.* 279), quorum singula exhiberent spatia singulis temporibus percursa motu quidem uniformiter accelerato, si ponamus AO = GN = EM = LP: acceleratione per intervalla temporis facta: nempe post tempus AB acceleratione CN, post tempus DB acceleratione EM, post tempus DH acceleratione LP. At si concipiamus (quod in gravium libero lapsu contingit) tempuscula AB, BD, DH, HG esse infinite parva, & incrementa celeritatum CN, EM, LP singulis tempusculis acquisita esse infinite parva, motus continuo accelerabitur, ductaque recta AI rectangula BO, DN, HM, GP, utpote minima, dabunt triangulum AIG, æquale omnibus hisce rectangulis infinite parvis simul sumptis; quod exprimet spatium toto tempore AG confectum, ergo etiam triangulum ABC dabit spatium primo tempusculo AB emensum: triangulum ADE spatium toto tempore AD peragratum; sed triangula ista, utpote similia, sunt inter se in ratione duplicata laterum homologorum AB, AD (*Geom. n.* 216), quæ exprimunt tempora, ergo spatia motu uniformiter accelerato descripta, & computata a puncto A, sive a motus initio, sequuntur duplicatam temporum rationem.

509. *Corol. I.* Quoniam velocitates sunt in eadem ratione, in qua sunt tempora (*n.* 507), erunt spatia descripta ab initio motus computata in duplicatam velocitatum ratione.

510. *Corol. II.* Tempora, & celeritas in motu uniformiter accelerato subduplicatam sequuntur spatiorum rationem.

511. *Corol. III.* Spatium, quod corpus libere descendens vi gravitatis finito tempore describit, dimidium est illius, quod eodem tempore peragraret si celeritate ultimo acquisita æquabiliter ab initio moveretur. Nam triangulum AIG exhibet quantitatem spatii a corpore percursi.

cursi motu æquabiliter accelerato tempore AG (n. 508), ergo rectangulum AGIK quantitatem designat spatii, quod eodem tempore AG percurreret corpus idem constanti celeritate GI; sed triangulum AGI dimidium est rectanguli AGIK (Geom. n. 96), ergo spatium, quod corpus libere descendens vi gravitatis finito tempore describit, dimidium est illius, quod eodem tempore peragraret, si celeritate ultimo acquisita ab initio æquabiliter moveretur.

512. *Corol. IV.* Spatia, quæ temporibus æqualibus percurruntur a gravi libere cadente, crescunt secundum progressionem numerorum imparium 1, 3, 7, 9, 11, &c. Nam triangulum ABC spatium exprimit tempore AB confectum (n. 508), & trapetium BCDE spatium descriptum tempore BD: sed trapetium BCDE est triplum trianguli ABC, ut manifestum est, ergo duobus temporibus æqualibus AB, BD crescunt spatia ut numeri 1, 3. Similiter trapetium DLEH est quintuplum trianguli ABC, ergo tertio tempore spatia crescunt ut 5. Similiter de aliis temporibus ostendam.

513. *Corol. V.* Cum in motu uniformiter retardato celeritatum decrementa sequantur temporum rationem (n. 507), jam si triangulum AGI exhibeat quantitatem spatii percursi a corpore decidente motu æquabiliter accelerato per tempus AG (n. 508), idem triangulum AGI spatium dabit confectum a corpore ascendente per tempus GA motu uniformiter retardato. Hinc facile erit ex dictis ostendere, I, spatia, quæ percurrit corpus grave sursum ascendens ab initio usque ad finem motus computata, ea proportione decrescere, qua tum temporum, tum celeritatum quadrata minuuntur. II, tum tempora, tum velocitates, quibus corpus grave sursum ascendit, minui in ratione spatiorum subduplicata. III, si corpus sursum projectum ea velocitate, quam primo momento acquisivit, æquabiliter ascenderet, confecturum spatium du-

plum ejus, quod motu retardato describit. IV, spatia, quæ temporibus æqualibus ab ascendente gravi tempore percurrunt decrescere secundum numeros impares ordine retrogrado puta, 11, 9, 7, 5, 3, 1.

514. Quæ hactenus docuimus, physica ratio, & experimenta confirmant. Ratio quidem: nam ex quo gravitas sit uniformis, & constans, singulis momentis singulos velocitatis gradus corpori descendenti communicabit. Si ergo ope gradus velocitatis primo tempore acquisiti grave determinatum spatium percurrit, cum hinc gradus secundo tempore perseveret; hujus ope duplum spatium peragrabit (n. 511), cum velocitas jam acquisita sit majoris energiæ illa quæ interim acquiritur; sed eodem secundo tempore novum acquirit velocitatis gradum; ergo spatium primi omnino triplum percurret, duplum nempe ob velocitatis gradum primo tempore acceptum, & alterum spatium, ob gradum, quem secundo tempore sensim acquirit. Elapso secundo tempore habebit corpus duos integros velocitatis gradus, quorum ope describit spatium prioris quadruplum, sed interim tertium accipit celeritatis gradum, ergo tertio tempore spatium absolvet prioris omnino quintuplum, sicque deinceps; unde patent incrementa spatiorum per numeros impares.

515. Idipsum suadent experimenta, quorum plura referunt Galilæus, Nevvtonus, Musschembroekius, Nolletus, & alii Cl. Viri. Revocetur in memoriam periculum Riccioli supra relatum (num. 593), in quo spatia ab initio motus computata fuerunt 15, 60, 135, 240, tempora autem 1, 2, 3, 4. Si porro sumantur quadrata temporum, apparebit eadem proportio ac spatiorum, nam 1 : 4 = 15 : 60, & 1 : 9 = 15 : 135, & 1 : 16 = 15 : 240. Similiter, cum spatia seorsim sumpta fuerint 15, 45, 75, 105, patet in omnibus experientiæ conformis Galilæi theoria.

Audiuntur Adversarii.

516. Opp. 1. P. Lana (T. 1. *Magistr. Nat. & Art. Tract.* 3. *lib.* 1). Hæc Galilæi theoria si physice spectetur, apparebit falsa, etenim si geometrice loquamur, velocitates singulis tempusculis acquisitæ sunt quidem infinitesimæ; adeoque spatiola exprimi potuerunt triangulis, quorum ordinatæ basibus parallelæ exprimant crescentes velocitates (n. 507): at si physice loquamur, incrementa velocitatum non sunt infinitesima, adeoque spatia exprimi debent per rectangula, quæ crescant, ut numeri simplices 1, 2, 3, 4, 5 &c.

517. R. Cum gravitas spectari debeat veluti potentia corporibus continuo applicata, ac uniformis, & constans, proculdubio velocitatem corpori tribuere debet per gradus in continua serie crescentes; propterea, etiam physice loquendo, spatia haberi possunt tamquam triangula (n. 508): si enim novæ velocitates finitæ per intervalla temporum corpori imprimerentur a gravitate, sicuti contingere deberet, si spatia veluti rectangula haberentur (n. 507), jam per saltus fieret gravium cadentium acceleratio, & gravitas tempusculis inter novos velocitatis gradus intermediis foret iners, quod repugnat vi constanti uniformi, ac continuo applicatæ corpori.

518. Opp. 2. idem Vir Cl. ostendere nitens spatia crescere juxta numerorum simplicium progressionem. Si corpus ex data altitudine cadat 32 minutis quartis, ac primum spatium dicatur 1, erunt in Galilæi sententia spatia tali tempore emensa 1024; cum 32 $\times$ 32 $=$ 1024, in opinione autem Adversarii erunt 528, quæ est additio numerorum, 1 + 2 + 3. + 4 &c. usque ad 32. Nunc, ut res ad praxim reducatur, ipsa 32 minuta quarta fiant sensibilia, nempe in 8 æquales partes tribuantur; spatium percursum prima temporis parte erit 10, quæ est additio

H 4 nume-

numerorum 1 + 2 + 3 + 4. Igitur spatium post octo illas æquales partes, nempe post minuta quarta 32 erit 64 × .0 = 640: sed hic numerus magis accedit ad 528, quæ sunt spatia percurrenda in sententia P. Lanæ, quam ad 1024, quæ sunt spatia Galilæana tali tempore absolvenda, ergo crescunt spatia juxta numeros simplices.

519. R. hoc argumentum aperta contradictione laborare: nam dum assumptis 4 minutis quartis, quæ octavam totius temporis partem constituunt, ait Adversarius spatium illo tempore describendum esse 1 + 2 + 3 + 4 = 10, ac consequenter spatium percurrendum totali tempore esse, 8, 8, 10, sive ut quadratum temporis totalis 8 ductum in spatium primis minutis percursum, nempe 20, jam tamquam certum assumit spatia esse ut temporum quadrata, quod tamen falsum esse ipse probare nititur. En itaque quomodo ex Galilæi systemate sophisma solvatur: spatium prima temporis parte, hoc est primis 4 minutis quartis descriptum est æquale 16, unde spatium elapsis 8 temporibus partibus exprimendum erit 64 × 16: atqui 64 × 16 = 1024, ergo spatium totale percurrendum illud plane est, quod exigit ratio temporum duplicata.

520. Opp. 3. idem P. Lana experimenta P. de Chales, qui corpus ex insigni altitudine demissum observavit æqualibus temporibus, idest seminiminutis secundis confecisse pedes $4\frac{1}{4}$, $16\frac{1}{2}$, 36, 60, 90, 123: sed hæc spatia Galilæanæ propositioni non respondent, ergo &c. Similiter ex Duhamelio viri quidam doctissimi experti sunt globum plumbeum intra semiminutum secundum conficere pedes $4\frac{1}{4}$, intra minutum pedes 16, intra sesquiminutum pedes 36, intra duo secunda pedes 62, intra duo secunda cum dimidio pedes 93, cum tamen in Galilæi sententia debuissent pedes esse $4\frac{1}{4}$, 17, 38, 68, 206, ergo &c.

521. R. primo Galilæanam theoriam rigorose, & geometrice observari a corporibus, respectu quorum nulla sit medii resistentia. Cæterum etiam a cadentibus per aerem eam servari saltem physice; & ad sensum, idque per aliquod notabile intervallum ostenderunt Ricciolius, & alii (n. 515). Neque obstant de Chales opposita tentamina; ea enim instituta fuere in globis exigui ponderis, & maximi voluminis, quorum respectu propterea fuit sensibilis aeris resistentia. Ipso fatente P. Lana quidam globi erant plumbei, ponderis minimi, nempe granorum 25 $\frac{3}{4}$; alii erant ex gallis quercus habentes grana 46 ponderis, quare ex istorum multo volumine, minimoque pondere non mirum si aeris resistentia evaserit sensibilis, ac Galilæi theoriam perturbaverit.

522. Ad alterum. Ut jam supra diximus (n. 499), motus corporum per aerem cadentium tandem reducitur ad æquabilem; unde, non mirum, si in objecto experimento spatia paullulum defecerint a Galilæana acceleratione; deficiebant enim ut 16 a 17, 36 a 38, 62 a 68, 92 a 106, qui defectus cum pro majori tempore sensim creverit, evidens est id tribuendum resistentiæ aeris, quæ pro majori percurso spatio sensibilior fieri debet (n. 499).

523. Opp. 4. Spatia in motu æquabili percursa sunt ut tempora (n. 281), ergo etiam in motu accelerato. Pr. conseq. ideo in motu æquabili spatia sunt ut tempora, quia celeritates sunt æquales: sed etiam in motu accelerato possunt velocitates physice haberi pro æquabilibus, si sumantur tempuscola infinite parva; quibus crescunt celeritates per gradus infinite parvos, adeoque physice nullos (num. 162), ergo &c. Et sane spatia sunt effectus velocitatis; ergo sunt ut ipsæ velocitates: sed velocitates sunt ut tempora (num. 507), ergo in eadem temporum simplici ratione erunt spatia.

524. R. Licet celeritates in motu variabili cre-

crescant per gradus infinite parvos (n. 517), adeoque seorsim sumptæ possint physice pro æqualibus haberi, ac consequenter pro æqualibus percursa spatiola, hæc tamen insimul unita, prout sensibile spatium conficiunt, dabunt aream triangularem (n. 508), unde spatium finitum erit ad spatium finitum ut triangulum ad triangulum; ac consequenter in ratione laterum homologorum duplicata, sive ut quadrata temporum (n. 508).

525. Ad 2. Spatia percursa nedum sunt effectus velocitatis acquisitæ temporibus præcedentibus, sed etiam velocitatis, quæ successive acquiritur, dum spatium percurritur, adeoque esse debent ut temporum quadrata (n. 514).

526. Inst. Velocitates sunt in ratione temporum, ergo etiam spatia.

527. R. nego cons. Spatia enim sunt effectus velocitatis simul & temporis (n. 279); quia ergo in motu accelerato celeritatum incrementa sunt ut tempora (n. 507), propterea spatia erunt in ratione duplicata velocitatum, vel temporum, cum stante æqualitate inter tempus & velocitates idem sit ducere tempus in seipsum, ac in velocitatem, & vicissim.

§. II.

De Motu Gravium Obliquo.

528. *Definitio.* Superficies plana AB (*fig.* 22) ad horizontem inclinata vocatur *planum inclinatum*. Linea AB obliquum efformans angulum ABC cum linea horizontali BC *plani longitudo*, angulus ABC *angulus inclinationis*, vel *elevationis*: recta AC perpendicularis ad horizontalem CB *plani altitudo* a mechanicis appellatur.

529. *Animadv.* Quæ de corporum per plana inclinata descensu docent Mechanici, nullum supponunt in descendente corpore impedimentum vel ex aeris resistentia, vel ex frictione in contactu corporis cum plano.

PRO-

PROPOSITIO I. *Gravitas respectiva corporis per planum inclinatum descendentis est ad gravitatem ejusdem absolutam ut altitudo plani ad ejusdem longitudinem* .

530. *Probatur.* Si globus A in puncto A libere sibi committeretur, descenderet in planum horizontale CB per lineam perpendicularem AC, propterea perpendicularis AC refert gravitatem absolutam corporis A. Nunc dicatur ex puncto C recta CH normalis ad AB, resolvetur vis AC in duas AH, CH (*n.* 366), quarum postrema CH premit planum, atque ab ejus reactione extinguitur (*n.* 346). Igitur dum corpus descendit per planum AB, sollicitatur ad motum a sola vi AH : sed propter triangula similia AHC, ACB est AH : AC :: AC : AB (*Geom. n.* 218), ergo gravitas respectiva per lineam AH expressa est ad gravitatem absolutam AC, quemadmodum altitudo plani AC, ad ejus longitudinem AB, quod & de quovis alio plani puncto similiter ostendi potest .

531. *Corol. I.* Si ab angulo verticali A tamquam centro ad intervallum AB describatur circulus, erit altitudo AC sinus anguli inclinationis ABC (*Geom. n.* 125). Si igitur respectiva gravitas in quovis plani puncto est ad absolutam ut altitudo plani ad longitudinem, erit substituendo, respectiva gravitas ad absolutam, ut sinus anguli inclinationis ad radium, sive ad sinum totum .

532. *Corol. II.* Gravitas respectiva est proportionalis angulo inclinationis, cum hoc crescente vel decrescente crescat, vel decrescat sinus. Propterea in plano verticali, ubi inclinatio est maxima, idest perpendicularis; gravitas respectiva in absolutam degenerat; in plano horizontali, in quo nulla est inclinatio, gravitas respectiva est nulla .

PRO-

PROPOSITIO II. *Grave per planum inclinatum descendit motu uniformiter accelerato.*

533. Id experimentis demonstravit Galilæus, qui in tabula lignea duos circiter cubitos longa excavavit canalem uno digito paullo latiorem, eumque agglutinata membrana intus expolivit: per canalem uno, duobus, & pluribus cubitis successive ex uno extremo elevatum pilam æneam demisit, ac tempora, quibus pila per canalem inclinatum descendebat, accurate dimetiens, repetitis pluries experimentis invenit spatia esse ut temporum quadrata, adeoque motum pilæ accelerari uniformiter. Ratio etiam experimenta confirmat: nam gravitas respectiva est ad absoluta ut altitudo plani ad longitudinem (n. 530): adeoque gravitas respectiva ad absolutam est in ratione constanti: sed absoluta non mutatur, ergo etiam respectiva erit constans sive constanter, & uniformiter grave ad descensum sollicitat, & consequenter ejus motum uniformiter accelerat (n. 514).

534. *Corol.* Ubi corpus per planum inclinatum descendit, ea omnia locum habent, quæ de libero gravium descensu præcedenti §. docuimus, nempe spatia descripta sunt in ratione duplicata temporum, vel velocitatum (n. 508, 509): spatia crescunt in progressionem numerorum ab unitate imparium (n. 510): spatium a gravi per planum inclinatum descendente percursum est dimidium illius, quod eodem tempore describeret si celeritate ultimo acquisita descensus initio æquabiliter moveretur (n. 511).

PROPOSITIO III. *Celeritas corporis per planum inclinatum descendentis est ad celeritatem, quam pari tempore acquiret per plani altitudinem demissum, ut altitudo plani ad longitudinem.*

535. *Probatur.* Dum corpus per plani longitudinem descendit, ejus velocitatis elementa sunt ef-

effectus gravitatis respectivæ: dum vero descendit per plani altitudinem, sunt effectus gravitatis absolutæ, ergo cum pari tempore ex hypothesi producantur, erunt celeritates ut vires accelératrices, sive ut gravitates, adeoque celeritas per plani longitudinem ad celeritatem per plani altitudinem erit, ut respectiva gravitas ad absolutam, sive ut altitudo plani ad longitudinem (n. 530).

536. *Corollarium I.* Quo major est plani altitudo eo major erit celeritas gravis per planum cadentis, eoque minor, quo minor fuerit altitudo.

537. *Corollarium II.* Motus corporis per planum inclinatum est tardior motu libero per plani altitudinem, cum altitudo sit semper minor longitudine.

538. *Coroll. III.* Celeritates acquisitæ ab eodem corpore per plani altitudinem, & longitudinem postquam ad loca CB in eadem horizontali linea constituta pervenerit, sunt inter se æquales. Nam per longitudinem descendens eam acquirit velocitatem quam per altitudinem demissum acquiret (n. 535), diverso tamen tempore (n. 537).

PROPOSITIO IV. *Spatium a gravi per planum inclinatum descendente descriptum est ad illud, quod idem corpus pari tempore in altitudine conficeret, ut plani altitudo ad longitudinem.*

539. *Probatur.* Si corpus A celeritate ultimo acquisita per plani longitudinem motu æquabili descenderet, percurreret spatium duplum ejus, quod revera describit (n. 534). Similiter si idem corpus per plani altitudinem motu æquabili descenderet celeritate ultimo acquisita, conficeret spatium duplum ejus, quod motu accelerato describit (n. 511): forent autem hæc duo spatia motu æquabili confecta inter se comparata, ut ipsæ celeritates (n. 282), seu ut altitudo plani ad longitudinem (n. 535): sed quantitates di-

mi-

midiæ sunt inter se ut earum duplæ (*Geom. n.* 199) ergo spatium a gravi per planum inclinatum descendente descriptum est ad illud, quod pari tempore per altitudinem demissum conficeret, ut plani altitudo ad longitudinem.

540. *Corol. I.* Si cadente corpore per planum inclinatum usque ad punctum H scire quis vellet quodnam spatium pari tempore confecisset per plani altitudinem deciduum, ex puncto H erecta norma'i indefinita occurrente altitudini in C, erit AC quæsitum spatium: nam velocitates pari tempore in plani altitudine, & longitudine acquisitæ sunt ut AB : AC (*n.* 535): sed ob triangulorum similitudinem AB : AC = AC : AH, ergo AC, AH sunt spatia, quæ pari tempore describeret corpus in plani altitudine, & longitudine.

541. *Corol. II.* Si diameter AB (*fig.* 23) fuerit perpendicularis ad horizontalem LM, atque ab ejus extremitate A ducantur chordæ AD, AE, AF, AC, hæ chordæ percurruntur a gravi eodem tempore, quo per diametrum AB descenderet. Cum enim anguli D, E, F, C utpote in semicirculo existentes sint recti (*Geom. n.* 153) omnes lineæ BD, BE, BF, BC sunt perpendiculares ad plana inclinata AD, AE, AF, AC (*Geom. n.* 31), igitur portiones AD, AE, AF, AC eodem tempore percurruntur, quo grave per altitudinem AB descenderet (*n.* 540).

PROPOSITIO V. *Tempus, quo grave descendit per planum inclinatum, est ad tempus, quo per altitudinem libere demissum descenderet, ut longitudo plani ad altitudinem.*

542. *Probatur.* Tempus descensus per plani longitudinem est æquale tempori, quo corpus totam longitudinem motu æquabili conficeret dimidia celeritate ultimo acquisita (*n.* 534): item tempus descensus per altitudinem æquatur tempori, quo totam altitudinem motu uniformi peragraret dimidia celeritate ultimo acquisita (*n.* 511):

511): sed hæ celeritates dimidiæ sunt æquales inter se (*n.* 538), ergo tempora erunt ut spatia (*n.* 281): sive ut longitudo plani ad altitudinem.

§. III.

De motu gravium circulari in pendulis.

543. *Definitiones*. Curva *isochrona* est linea, per quam descendens grave æqualibus temporibus æqualiter accedit ad horizontem, adeoque descendit absque ulla acceleratione.

544. Grave quodlibet ab aliquo puncto suspensum, circa quod ascensus, & descensus reciprocus potest continuare, dicitur *pendulum*, & quidem *simplex*, si unico constet pondere instar puncti considerato, & appenso lineæ inflexili, cujus gravitas nulla sit, dicetur autem *compositum*, si pluribus constet ponderibus eandem distantiam tum inter se, tum a puncto suspensionis constanter servantibus.

545. Punctum circa quod rotatur pendulum, dicitur *punctum*, vel *centrum suspensionis*. Ascensus, & descensus penduli *vibrationes*, vel *oscillationes* appellatur. Recta lineam per centrum suspensionis ducta parallela lineæ horizontali apparenti vocatur *axis oscillationis*.

PROPOSITIO I. *Si pendulum simplex SP* (*fig.* 24) *attollatur in A, atque ex A sibi relinquatur, descenderet ad punctum infimum P, unde ascendet in R per arcum æqualem, inde rursus descendet in P; & ex P ascendet in A, sicque reciprocas oscillationes continuabit.*

546. *Probatur*. Nam si pendulo ducatur linea horizontalis HI, & RA ipsi parallela, & adducatur pondus P in A, ibique sibi relinquatur; evidens est ipsum descensurum in P motu accelerato veluti per planum inclinatum AP (*n.* 533), cum gravitas ipsum deorsum urgeat, atque a filo retineatur, ne cadat perpendiculariter

ter in I. Cum autem pervenerit in P, habent velocitatem, quam per altitudinem AI demissum acquisivisset (n. 538), cumque ibi retineatur a filo, ne excurrat per tangentem PH, ascendet in R veluti per planum inclinatum PR motu uniformiter retardato: sicque reciproci ascensus, ac descensus intelliguntur per arcus æquales, ubi nullum ex aeris resistentia, & frictione in centro suspensionis impedimentum occurrat.

547. *Coroll.* Quoniam arcus RP, & PA, quos pendulum descendendo, & ascendendo conficit, æquales sunt, etiam tempora ascensus, & descensus erunt inter se æqualia, unde sunt vibrationes penduli *isochronæ*, seu *æquidiurnæ*.

PROPOSITIO II. *Ejusdem penduli vibrationes exiguæ in arcubus circularibus etsi inæquales, sunt tamen physice, & sensibiliter æquidiuturnæ.*

548. *Probatur.* Cum exigui circuli arcus a chordis vix differant, jam si pendulum C, (*fig.* 25) decidat modo ab altitudine A, modo ab altitudine B, idem est, physice loquendo, ac si describeret chordas, AC, BC: sed chordæ omnes, etsi inæquales, ejusdem circuli pari tempore percurruntur (n. 541), ergo inæquales ejusdem penduli vibrationes per exiguos circuli arcus sunt æquidiuturnæ.

549. *Scholion. Quoniam oscillationes ejusdem penduli per arcus circulares excurrentis, & si inæquales sunt quidem physice, & sensibiliter æquidiuturnæ, non sunt tamen geometrice tales; hinc ex magno oscillationum geometrice inæqualium numero oritur in horologiis oscillatoriis sensibilis variatio. Quomodo autem penduli oscillationes ad geometricam æqualitatem reduci possint, docuit Hugenius; nempe si pendulum simplex CD (fig. 26.) conficiat vibrationes suas inter duas laminas chalibeas AC, BC, ad centrum motus C conjunctas, ita inflexas, ut constituant binas semicycloides, quarum apex, sive diametri circulorum generantium sint æquales; tam inter se, tum dimidio oscil-*

oscillantis penduli longitudini, tunc filum ex puncto suspensum, dum versus alterutram partem à gravitate ponderis D impellitur, ob continuam ad utramque laminam applicationem impeditur a motu per arcus circulares, & grave ipsi appensum excurrit per arcus cycloidales DA, DB; sive per integram cycloidem, cujus axis adæquat dimidiam penduli longitudinem. Jam vero ostendunt Geometræ cum eodem Hugenio singulas cycloidis partes sive arcus, utcunque inæquales, a gravi descendente pari tempore exactissime percurri; hinc horologia pendulo cycloidali instructa dabunt oscillationes geometrice æquidiuturnas, ac consequenter præferri debent aliis circulari pendulo motis.

PROPOSITIO III. *Tempora oscillationum duorum pendulorum in similes arcus excurrentium sunt inter se in ratione subduplicata longitudinum ipsorum pendulorum.*

550. *Probatur*. Cum similes superficies curvæ, ac similiter positæ ex innumeris planis infinite parvis, proportionalibus, ac similiter inclinatis componantur, jam tempus quo grave descendit per DA (*fig.* 27) est ad tempus quo aliud grave descendit per GF in ratione subduplicata DA ad GF (*n.* 534): sed arcus similes sunt, ut circulorum radii (*Geom. n.* 227), ergo tempus per arcum DA est ad tempus per arcum GF in ratione subduplicata longitudinum CA, EF.

551. *Corollarium I.* Longitudines pendulorum quæ in similes arcus excurrunt, sunt inter se in ratione temporum duplicata.

552. *Corollarium II.* In horologiis oscillatoriis cum retardant, lens attollenda est, ut fiat brevius, ac consequenter celerius pendulum. Cum vero horologia accelerant, lens deprimitur ob contrariam rationem.

PRO-

PROPOSITIO IV. *In pendulis ejusdem longitudinis tempora oscillationum æqualium, sive per arcus æquales, sunt inverse ut pendulorum gravitates.*

553. *Probatur.* Si assumantur arcus infinite parvi tempora sunt inverse ut celeritates pendulorum (*n.* 281); sive inverse, ut gravitates accelerantes (*num.* 295); ergo etiam tempora, quibus hi arcus infinite parvi simul sumpti, sive arcus sensibiles percurruntur, erunt inverse ut pendulorum gravitates.

554. *Corol. I.* Si duo pendula inæqualium longitudinum in oscillationum tempore magis differant, quam exigant eorum longitudines (*n.* 550), id, cæteris paribus, diversæ pendulorum gravitati tribui debet.

555. *Corol. II.* Cum Richerius anno 1672 observasset idem pendulum citius oscillare in locis polaribus, quam in æquinoctialibus, optime intulit corpora magis ponderare sub polis, quam sub æquatore. Verum de hoc alibi.

§. IV.

De motu gravium projectorum parabolico.

556. *Definitiones.* Gravium projectio dicitur *perpendicularis*, *horizontalis*, vel *obliqua*, prout linea, juxta quam grave impellitur, fuerit horizonti perpendicularis, parallela, vel obliqua.

557. Angulus, quem efficit directio projectionis cum horizonte, dicitur *angulus elevationis* sive *directionis*.

558. Curva quam cadendo describit grave horizontaliter, vel oblique projectum *semita projecti*, vel *curva projectionis*, vel *trajectoria* nuncupatur, cujus *amplitudo* est recta omnium maxima, quæ ipsi possunt subtendi: sive recta ducta a puncto projectionis ad locum, in quo corpus cadit.

559. *Hypothesis.* Corpus perpendiculariter proje-

jectum ascendit, ac descendit perpendiculariter. Cum enim ex hypothesi directio ascensus sit perpendicularis, & directio descensus, utpote a gravitate quæ agit perpendiculariter (*n.* 479), sit perpendicularis, proculdubio tum ascensus, tum descensus fieri debet per lineam perpendicularem (*n.* 341).

PROPOSITIO I. *Corpus grave sive horizontaliter, sive oblique projectum motu suo parabolam scribit.*

560. *Probatur*. Corpus A (*fig.* 28) impellatur juxta lineam horizonti parallelam AD. Perpendicularis AR exprimat vim, ac directionem gravitatis. Evidens est, ex alibi dictis (*num.* 370), corpus motu composito fore primo tempore in M, secundo in N, tertio in S, adeoque integro motu percurrere totam curvam AS: sed curva AS est semiparabola, cum quadrata ordinatarum PM, 3 N, RS sint ut abscissæ correspondentes AP, A 3, AR (*n.* 507), quod soli parabolæ convenit (*Geom. n.* 293) ergo grave horizontaliter projectum, cum descendit, lineam parabolicam percurrit. Simili modo ostendam semiparabolam percursam iri, cum corpus projicitur per obliquam AD (*fig.* 29 30), & integram parabolam, cum projicitur per lineam AD (*fig.* 31).

561. *Scholion*. *Vera hæc forent in rigore geometrico, si lineæ directionis gravitatis forent exacte parallelæ, quod tamen falsum est, cum ad telluris centrum convergant (num. 480). Item si gravitas in diversis a telluris centro distantiis foret geometrice constans, & uniformis, quod pariter a vero abludit (n. 489), ac tandem, si nulla esset aeris resistentia, quæ æqualitatem spatiorum AO, OC, CD perturbat. Verum hæc omnia, physice loquendo, contemni possunt, hinc experientia ad hujusce propositionis veritatem accedit.*

562. *Corollarium I.* Si corpus a motore, qui interim æquabili motu horizontaliter transfer-

tur

tur, sursum verticaliter projiciatur, vel deorsum libere relinquatur, puta ab R. (*fig.* 28) projiciatur in A, vel ab A demittatur in R, dum interim projiciens æquabili motu fertur in S, vel in D., corpus habebit duplicem vim, nempe perpendicularem a gravitate, & horizontalem a motu projicientis, quarum prima est uniformiter retardata, vel accelerata, altera est æquabilis, adeoque curvam parabolicam describit (*n.* 560).

563. *Corol. II.* Patet ratio. cur pila e tormento bellico verticaliter explosa, dum interim tormentum cum navi horizontaliter movetur, recidat circa tormenti orificium; adeoque viscendendo lineam parabolicam describet oculo in litore existenti manifeste conspicuum. Similiter, cur pila a summitate mali libere demissa, dum interim navis citissime movetur, ad mali extremitatem cadendo pertingat per curvam parabolicam.

PROBLEMA I. *Data obliqua projectione maximam describendæ a projecto parabolæ altitudinem determinare.*

564. *Resolutio*. Si ex puncto A (*fig.* 31) in horizonte AC oblique projiciatur corpus directione AD, cadat autem projectum in horizontis punctum C; a puncto C erigatur perpendicularis occurrens lineæ directionis in puncto D: tum ipsa horizontalis AC bifariam dividatur in B, ubi erigatur normalis BE; dimidium hujusce normalis, nempe portio BF dabit maximam altitudinem parabolæ describendæ a corpore projecto secundum directionem AD. Eternim corpus A motu æquabili ascenderet in E, nisi foret a gravitate retardatum, quo tempore ob gravitatis retardationem ascendit in F: atqui spatium motu æquabili percursum est duplum ejus, quod pari tempore percurritur motu retardato (*num.* 513), ergo altitudo EB est dupla altitudine BF,

BF, ergo dimidium altitudinis BE dabit maximam parabolæ altitudinem.

565. *Corollarium.* Recta DC est quadrupla maximæ altitudinis parabolæ. Nam propter parallelas EB, DC in triangulis similibus DAC, EAB, est AB : AC = BE : DC (*Geom. n. 219*): sed ex constructione est AB = ½ AC: ergo etiam BE = ½ DC, adeoque BF = ½ BE erit = ¼ DC, unde DC erit quadrupla maxime altitudinis parabolæ.

PROBLEMA II. *Data obliqua projectione maximam describendæ a projecto parabolæ amplitudinem determinare.*

566. *Resolutio.* Sit AG altitudo, ex qua libere demissum corpus A acquireret velocitatem, quam habet, dum projicitur per AD: diametro ipsius AG describatur semicirculus GIA, qui secabit puncto I lineam projectionis AD; per sectionis punctum I ducatur recta HF parallela horizontali AB; recta HI erit quarta pars amplitudinis parabolæ, & pars HA diametri GA dabit maximam parabolæ sublimitatem. Nam BE est dupla, & CD est quadrupla altitudinis FB (*n. 564, 565*): sunt autem parallelæ tres lineæ DC, EB, GA: item sunt parallelæ rectæ LOE, HIF, & AB, hinc BHFB est parallelogrammum, cujus latus HF est æquale lateri AB, & latus HA æquali lateri FB. Porro demonstravimus supra (*num. 565*), esse CD : EB = AC : AB, adeoque CD : BE = AC : ½ AB. Cum igitur ½ EB, sive FB sit æqualis HA, & ½ AB sit æqualis ½ HF, consequenter erit CD : FB = CD : HA, & AC : ½ AB = AC ½ HF: sed CD est quadrupla FB (*num. 565*), ergo erit etiam quadrupla HA. Item AC ex constructione est quadrupla ½ AB, ergo erit quadrupla ½ HF: est autem ½ HF =, HI cum in duobus triangulis AIH, FIF æquiangulis ob angulos ad verticem in I oppositos æquales (*Geom. n. 42*), & angulos H, F rectos, & æqualia la-

tera AH, FF, reliqua sint æqualia (*Geom. n.* 70), ergo demonstratum manet rectam HI exprimere quartam partem amplitudinis parabolæ, & partem HA exhibere maximam parabolæ sublimitatem.

567. *Corollarium*. Omnium projectionum, quæ sub eodem impetu fieri possunt, maxima est ea, quæ fit ad angulum DAC semirectum, seu graduum 45, itaut punctum I cadat in medio arcus GOIA (*Geom. num.* 59, 65), quia tunc HI facta LO est maxima omnium ordinatarum semicirculis (*Geom. num.* 233), unde AC quadrupla ipsius HI est maxima omnium subtensarum parabolæ.

568. *Scholion. In corporum jactu quatuor considerat Ars ballistica:* I, directionem, *quam determinat ex angulo inclinationis DAC.* II, impetum; *sive velocitatem, qua globus egreditur e loco A.* III, altitudinem *maximam parabolæ, quam dat portio axis FB (n.* 564). IV, amplitudinem *parabolæ, sive subtensam AC. Hinc ejus problemata eo tendunt, ut ex his 4 duobus datis reliqua inveniat, quorum solutio trigonometriæ peritiam exigit.*

ARTICULUS IV.

De centro gravitatis, ubi de gravium lapsu & quiete.

569. *Definitiones. Centrum magnitudinis* corporis est punctum, in quo dividitur volumen in duas omnino æquales partes.

570. *Centrum gravitatis* est punctum, in quo dividitur volumen in duas partes æquiponderantes.

571. *Corollarium I.* In corporibus homogeneis, ac regularibus centrum gravitatis non differt a centro magnitudinis. At si heterogenea fuerint, vel irregularia, centrum magnitudinis diversum erit a centro gravitatis.

572. *Corol. II.* Mechanicis licet supponere totam gravitatem corporis in ejus centro veluti esse adunatam, & conjunctam, adeoque pro to-

to gravi corpore solum centrum gravitatis considerare, quo quiescente, vel moto corpus quiescat, vel moveatur.

573. *Diameter gravitatis* dicitur linea transiens per centrum gravitatis. *Planum* vero *gravitatis* est planum, quod per diametrum gravitatis transit: sive, in quo situm est centrum gravitatis.

574. Cum duo corpora rectæ lineæ suspensa æquilibrium servant, punctum suspensionis vocatur illorum corporum *commune centrum gravitatis*.

PROBLEMA I. *In quovis corpore mechanice determinare centrum gravitatis*.

575. *Resolutio*. Corpus quodcumque HI (*fig.* 32) aciei prismatis triangulis FG imponatur, atque moveatur, donec pars GI æquilibrium efformet cum parte HK, tum in superficie corporis signetur linea KL secundum prismatis aciem: ac convertatur corpus, donec secundum longitudinem prismatis aciei insistens quiescat, & notetur linea MN, quæ prismatis aciei congruat, communis harum linearum intersectio O dabit centrum gravitatis.

PROBLEMA II. *Determinare in duobus corporibus commune gravitatis centrum*.

576. *Resolutio*. Inveniatur utriusque pondus, tum longitudo lineæ cui suspenduntur. Commune gravitatis centrum in linea erit punctum in distantia reciproca ponderum: nempe si pondus A 4 librarum, pondus B duarum appendatur extremitatibus lineæ 6 pedes longæ. commune gravitatis centrum distabit a pondere A 2 pedes & 4 a pondere B; nam circa hoc punctum duo illa corpora quiescunt in æquilibrio, ut infra demonstrabitur.

PROPOSITIO. *Si linea directionis a centro gravitatis alicujus corporis ducta extra ejus basim cadat, necesse est corpus labatur.*

577. *Probatur.* Centrum gravitatis est punctum, in quo coacta concipitur tota gravitatis vis (*n.*572): vis autem gravitatis, ubi nihil obsit, tendit per rectam lineam in terræ centrum (*n.* 480): sed ubi linea directionis GM (*fig.* 33) ducta a centro gravitatis G cadit extra basim in puncto M, nihil obstet vi gravitatis, ejusque descensui, ergo movebitur versus terræ centrum, adeoque descendet corpus, quousque resistentiam inveniat, sive cadet.

578. *Scholion. Nedum ruit corpus, dum directionis linea extra basim cadit, sed etiam cum ex centro gravitatis duci potest versus tellurem linea recta plano cui corpus insistit parallela: sic per planum inclinatum revolvitur corpus sphæricum, quia directionis linea extra basim cadit, descendit vero corpus planum radendo, quia linea directionis est plano parallela, nullumque offendit descensui impedimentum.*

579. *Corol. I.* Pro majori basi firmius consistet corpus: nam pro majori basi difficilius linea directionis cadit extra perimetrum baseos; sive major vis requiritur, ut directionis linea extra basim cadat.

580. *Coroll. II.* Patet modus construendi ædificia inclinata, quæ tamen firma consistant veluti turris Pisana alta pedes 148, & inclinata pedes 15: & Bononiensis alta pedes 50, inclinata autem pedes 6, nempe si ita extruantur, ut linea directionis intra basim cadat.

581. *Coroll. III.* Cum centrum gravitatis in homine sit infra umbilicum inter nates, & pubim, hinc linea directionis, quando homo erectus utroque pede insistit pavimento, cadit intra basim, sive intra spatium calcaneis interjectum, propterea homo erectus firmiter pavimento insistit; at si unus elevetur pes, alter baseos vicem gerit, unde linea directionis extra

basim

basim cadente homo uno pedi insistens rueret, nisi ex opposito latere corpus incurvaret ut linea directionis intra basim unius pedis cadat. Propterea etiam homo per declivia descendens inclinat corpus retrorsum: antrorsum vero cum ascendit; ac majorem patitur difficultatem, quam cum ambulat in planitie. Bajuli quoque onera gestantes humeris, & homines a tergo gibbosi caput, pectusque inclinant: item qui obesiorem habent ventrem repellunt caput in oppositam partem. In quibus, aliorumque etiam animalium vel quadrupedium, vel bipedium motibus admirari licet conditoris sapientiam, qui mechanicarum legum observantiam naturali animantium instinctui impressit.

CAPUT X.

De artificiali per Machinas gravium motu.

582. *Definitiones*. Quæ Mechanicæ pars agit de gravium solidorum æquilibrio, ac machinas tradit pro corporum motibus arte obtinendis *Statica* vocatur.

583. Duo corpora dicuntur esse in *æquilibrio*, quando ejusdem virgæ, quæ circa unum immobile punctum revolvi potest, extremitatibus ita appensa sunt, ut alterum deprimi nequeat, nec alterum elevari.

584. Virga inflexilis, cujus extremis pondera æquilibranda appenduntur, *jugum*, vel etiam *vectis*, appellatur: punctum, circa quod vectis moveri potest, dicitur *centrum motus*, vel aliis nominibus *punctum suspensionis*, *fulcrum*, *hypomochlium*.

585. *Machina* est instrumentum, quo mediante pondus minori vi, vel tempore potest moveri. Machina alia est *simplex*, alia *composita*, quæ nempe ex pluribus simplicibus tamquam partibus coalescit.

586. *Scholion*. *Machinæ simplices sunt octo, nempe* Vectis, Libra, Axis in Peritrochio, Trochlea,

chlea, Cochlea, Planum inclinatum, Cuneus, & Rotæ dentatæ. Machinarum compositarum *nullus est numerus, cum simplices machinæ, infinitis modis possint uniri ad unam compositam efformandam.*

587. *Potentia* est vis machinæ, applicata, sive ut corpus moveat, sive ut ipsum sustineat. Potentia vel est *animata*, ut homo, & animal brutum, vel *inanimata*, ut aer, aqua, ignis, gravitas elater.

588. *Resistentia* est id, quod ope machinæ vel movetur, vel sustentatur.

PROPOSITIO. *Si eidem inflexili virgæ duo appendantur pondera, obtinebunt celeritates in ratione directa distantiarum a centro motus.*

589. *Probatur.* Sit virga inflexibilis AB (*fig.* 34), cujus extremis appensa sint duo utcumque pondera A, & B, evidens est non posse pondus B deorsum moveri per arcum BD, quin eodem tempore corpus A sursum elevetur per arcum AC: erit igitur velocitas corporis B ad velocitatem corporis A, ut arcus BD ad arcum AC (*n.* 281); sed arcus BD, & AC sunt similes, ob æquales angulos ad verticem oppositos AFC, DEB (*Geom. n.* 42, 208): arcus autem similes sunt inter se ut radii (*Geom. num.* 288), seu ut distantiæ BF, AF, a centro motus F, ergo celeritates mobilium B, & A erunt inter se in ratione directa distantiarum a centro motus F.

390. *Corollarium I.* Cum corpora eidem jugo appensa moveri nequeant, quin celeritates acquirant distantiis a centro respondentes, hinc, cum in æquilibrio quiescunt, eorum celeritates initiales (*n.* 287) erunt in ratione directa distantiarum a centro motus.

591. *Coroll. II.* Quoniam momenta duorum corporum, quæ celeritates habeant cum massis reciprocas, sunt inter se æqualia (*n.* 291): sunt autem celeritates duorum corporum eidem jugo ap-

appensorum in ratione directa distantiarum a fulcro (n. 589), erunt consequenter duorum corporum eidem jugo appensorum momenta æqualia, si distantias habuerint a fulcro in ratione ponderum reciproca.

592. *Corol. III.* Quia duo corpora eidem jugo appensa sunt in æquilibrio, cum momenta habent æqualia (n. 583), propterea duo corpora eidem jugo appensa quiescent in æquilibrio, si distantias habuerint a fulcro in ratione ponderum reciproca, quo casu sunt hinc inde æqualia momenta (n. 591).

593. *Corol. IV.* In vecte AB potentia minor præponderabit resistentiæ majori cum distantia potentiæ minoris ab hypomoclito est major distantia resistentiæ ab eodem fulcro, quam exigat reciproca.

594. *Corol. V.* Patet modus cognoscendi num æquilibrium, vel præponderatio habeatur inter æqualia pondera. & æquales distantias a fulcro: inter æqualia pondera, & inæquales distantias: inter æquales distantias, & inæqualia pondera: inter inæquales distantias, & pondera æqualia.

„ 595. Sholion. Has regulas, quæ sunt totius „ staticæ fundamentum, praxis aliquantulum tur- „ bat, tum ob aeris resistentiam, de qua supra „ n. 476): tum ob attritum, & frictionem in „ machinis. Etenim omnium corporum superfi- „ cies, etsi ad sensum lævigatissimæ, micro- „ scopii tamen beneficio inspectæ innumeris ca- „ vitatibus, & prominentiis apparent interruptæ „ (n. 118), unde fit, ut cum unum corpus alteri „ superimponitur, partes unius prominentes in „ alterius cavitates, & poros inserantur, & „ vicissim: neque moveri subinde illa possint, „ quin unius asperitates ab alterius cavitatibus „ expediantur, ac alterius prominentias vel „ frangant, vel inflectant, vel ascendant, ex „ qua lucta & frictione retardatio motus oriri „ necessario debet. Variarum frictionum quan- „ titatem definire tentarunt Physici, sed irrito

" hactenus labore. Nihilominus generalia quædam assignarunt hac de re principia rationi, & experientiæ valde consona. Ac primo quidem, si corpus plano imponatur, augetur frictionis quantitas pro aucto ipsus pondere, hoc enim aucto fit, ut partes prominentes & altius, & plures in plani cavitate intrudantur, & consequenter crescat etiam frictionis quantitas. Hac quoque de causa fit augeri frictionem pro majori superficie, quæ planum tangit, unde fit, ut ceteris paribus, minor sit frictio in globo, quam in cubo supra planum translato; & ingentes trabes supra cylindros impositæ facilius moveantur, quam si supra pavimentum, aut terræ superficiem trahantur. Secundo crescit frictionis quantitas pro majori velocitate corporis supra planum translati, majus enim eodem tempore percurrit spatium (n. 282), ideoque numero plures patitur frictiones. Tertio: in homogeneis corporibus, quorum prominentiæ, & cavitates magis congruant, sunt majores frictiones, quam in heterogeneis. Aliud occurrit in machinis Staticæ impedimentum ex parte funium, quibus pondera trahuntur, videlicet ex eorum gravitate, & rigiditate; quæ viribus trahentis potentiæ resistent, de quibus impedimentis legendi Musschembroekius (*Elem. Phys. cap. 9*); Wolphius (*Elem. Mechan. cap. 14, & 27*); ac inter ceteros Leonardus Ximenius, qui hanc mechanicæ partem accuratissime digessit (*Teoria, e Pratica delle resistenze dei solidi nei loro attriti*). "

De Vecte.

596. *Definitiones.* Vectis, italice *Leva*, est linea rigida gravitatis expers, & circa punctum fixum mobilis, qua mediante potentia pondus elevat, vel sustinet.

597. Si fulcrum C (*fig.* 35) jacet inter pondus D, & potentiam P, vectis dicitur *heterodromus*, vel etiam vectis *primi generis*. Si vero pondus sit inter potentiam, & fulcrum (*fig.* 36), vocabitur vectis *homodromus*, vel vectis *secundi*

gene-

generis: tandem si potentia jacet inter pondus, & fulcrum (*fig.* 37), dicetur etiam vectis *homodromus*, vel *tertii generis*.

PROPOSITIO. *In vecte heterodromo pondus manet cum potentia in æquilibrio, quoties distantiæ utriusque ab hypomoclio sunt reciprocæ, ut pondus ad potentiam.*

598. *Corollarium.* Nam potentia, & pondus sunt in æquilibrio, cum utriusque momenta sunt æqualia; sed quoties potentiam, ac pondus distantias habent ab hypomoclio reciprocas, habent momenta æqualia (*n.* 591), ergo manebunt in æquilibrio.

599. *Coroll. I.* In vecte homodromo, sive secundi generis stat æquilibrium potentiam inter, & pondus, cum distantia potentiæ P (*fig.* 38) ab hypomoclio C est ad distantiam ponderis D ab eodem hypomoclio, ut pondus ad potentiam: idem enim est, ac si distantia PC esset a sinistris hypomoclii, unde est eadem ratio, ac vectis heterodromi (*n.* 598).

600. *Coroll. II.* In utroque descripto Vecte, prout augetur potentiæ ab hypomoclio distantia, augetur etiam ejus velocitas supra ponderis velocitatem: hinc minima vis ope utriusque machinæ potest ingens pondus elevare (*n.* 593).

601. *Coroll. III.* In Vecte tertii generis (*fig.* 37 habebitur æquilibrium, cum potentia est ad pondus, ut distantia DC ad distantiam PC, hinc potentia debet semper esse major pondere, ut ipsum in hac machina sustentet. Quare hæc machina potentiæ vires non adjuvat, sed tantummodo auget ponderis celeritatem.

„ 602. Sholion I. Quæ de vecte hactenus docui-
„ mus, supponunt. I°, vectem esse gravitatis
„ expertem; si enim sensibilem gravitatem ha-
„ beat, debet hæc computari pro potentia, cum
„ deprimitur, ac pondus attollit; vicissim pro
„ pondere, cum deprimitur, ac potentiam ele-
„ vat. II°, pondus elevandum non esse nimis

,, longum; nam si foret pondus RDE (*fig.*38),
,, ex ejus centro gravitatis D dimittenda est
,, perpendicularis DF, atque ab hac desumen-
,, da est distantia ponderis a fulcro C: eritque
,, distantia ponderis CR, & EF; distantia au-
,, autem potentiæ BC, & RE: sunt enim veluti
,, duo vectes BCR, & longitudo ponderis RE, cu-
,, jus fulcrum est in E, gravitas in F, ac po-
,, tentia applicata in R; hinc ad habendum æqui-
,, librium in primo vecte opus est sit B : D =
,, CR : BD; & in secundo sit B : D = FE : RE;
,, & consequenter pro obtinendo æquilibrio in
,, totali vecte necesse est sit B : D = CR × EF :
,, BC × RD. III, pondus elevandum esse unum,
,, nam si pondera sint plura, distantia ipsorum
,, a fulcro desumenda erit a recta demissa ab
,, ipsorum communi centro gravitatis (*n.*2574).
,, IV, potentiam agere secundum lineam vecti
,, perpendicularem, dato enim vecte AB, (*fig.*39),
,, si potentia agat juxta obliquas directiones BD,
,, aut BL, evidens est ipsam potentiam nedum
,, movere pondus A, sed ulterius niti, ut pun-
,, ctum B versus C accedat, dum agit directione
,, BL, uti manifestum fieret, si vectis foret fle-
,, xilis, unde potentiæ vis tota non impendi-
,, tur contra pondus, sed pars contra vectem,
,, quæ in motu ponderis computari nequit. In
,, hoc igitur casu ab hypomoclio C demittantur
,, perpendiculares CD in ipsas directiones, quan-
,, tum opus fuerit, productas, & hæ perpendi-
,, culares dabunt distantias potentiæ; siquidem
,, confectis parallelogrammis CE, CG evidens
,, est vires agentes contra fulcrum esse BE,
,, BG, sive ipsi æquales CD, aliæ enim por-
,, tiones DE, DG, utpote vecti parallelæ in
,, trahendo vecte impenduntur.

,, 603. Scholion II. Vecti in humanos usus infi-
,, niti pene emolumenti est. Nam ad vectem he-
,, terodromum spectant forfices GDF (*fig.*40) ex
,, duobus constructæ vectibus, quorum fulcrum
,, est in D. Similiter dicas de forcipibus ED
,, (*fig.*41), ac de malleo CA (*fig.*42), cujus ful-

,, crum

„ crum est in D. Hinc pro majori in hisce in„ strumentis brachiorum longitudine crescit po„ tentiæ distantia a fulcro, ac consequenter „ major fit in potentia vis supra resistentiam „ (n.600), quæ etiam augebitur pro majori scin„ dendi corporis aut evellendi clavi ad fulcrum „ vicina. Est etiam vectis heterodromus ma„ china, qua utuntur Olitores ad hauriendam e „ puteo aquam, dicta ab Aristotele *Ciconia*, ab „ Italis autem *Altaleno*: nam vectis est palus QO „ (*fig.*), hypomoclion B, pondus Q, potentia „ R, quæ etsi incommodum aliquod sentiat a „ pondere Q, dum scitulam in puteum demit„ tit (minimum tamen ad distantiam BO ma„ jorem PQ) multum juvatur a pondere, cum „ scitulam attollit.

„ 604. Ad vectem homodromum spectat vis re„ motum in navibus promovendis; nam aqua, „ cui remi palmula innititur, vices gerit ful„ cri, navis rationem habet resistentiæ, vis re„ migis potentia censetur. Similiter ventorum „ vis contra navium carbasa, cum sit fulcrum „ ima navis pars, cui malus infigitur, navis „ sit pondus movendum, potentia vero vis ven„ ti impellens vela. Tandem cum duo homines „ idem pondus baculo gestant, homodromum „ vectem exhibet; unus enim eorum vices ge„ rit hypomodii, alter potentiæ, propterea ma„ jus sentit incommodum, qui ponderi est vi„ cinior, ac fulcri vicem gerit."

605. Dices contra expositam vectium doctrinam. Si facto æquilibrio inter duo magna corpora eidem jugo appensa, uni eorum aliquid exigui ponderis addatur, adhuc remanet æquilibrium, licet non amplius perseveret respectu ponderum ratio reciproca distantiarum a fulcro. Secundo; si eidem jugo appendantur duo heterogenea corpora, quæ idem pondus habeant, sed diversum volumen, puta corpus aureum, ac ligneum, sintque in æqualibus a fulcro distantiis, profecte in eodem aere non semper manebit æquilibrium: si vero machina aquæ immer-

gatur, lignum ascendet, ac descendet aurum; ex adverso in vacuo recipiente deprimitur lignum, ac aurum ascendit. Tandem sit vectis ABC (*fig.* 44) ita constitutus, ut ejus brachium AB sit horizontale, brachium vero BC sit inclinatum: sumptis æqualibus distantiis BM, BL, ipsis appendantur duo pondera E, & D, ita tamen ut pondus D ferrea lamina, seu plano verticali HN vecti contiguo, non tamen affixo, impediatur, ne descendat, profecto juxta expositas æquilibrii leges deberet corpus E esse ad D, ut distantia BM a centro B est ad distantiam BL: sed expertus est Mariottus ad habendum æquilibrium necesse esse, ut pondus E sit ad pondus D, ut distantia BI ad distantiam BL, sive in ratione minori, quam exigit proportio inversa distantiarum a fulcro, ergo &c.

606. R. ad 1. Juxta superius dicta (*n.* 595), Staticæ leges supponere jugum gravitatis expers, atque ita lævigatum, ut nullo in centro motus ex attritu, & frictione contingat resistentia. Nihil itaque mirum, si duo inæqualia corpora in iisdem distantiis aliquando servent æquilibrium: exiguus enim excessus unius ponderis supra aliud illam vincere nequit resistentiam, quæ ex attritu in motus centro, aut ex majori alterius brachii gravitate oritur, quæque vincenda foret, ut pondus elevaretur.

607. Ad 2. Notum ex hydrostatica fiet solidum fluido demersum tantum sui ponderis relate ad potentiam sustinentem amittere, quantum est pondus æqualis fluidi voluminis. Cum itaque in objecto experimento ligni volumen sit majus volumine auri, hinc condensato aere; vel posita machina in aqua, plus sui ponderis amittet lignum, quam aurum; propterea primum ascendet, & alterum deprimetur; rarefacto autem, vel ablato aere restituitur corporibus pondus, quod a sibi æqualibus aeris voluminibus sustentabatur, nempe majus ligno, quam auro, unde primum deprimitur, & aurum ascendit.

608. ad 3. In allato experimento gravitas pon-

ponderis D non agit tota in vectis inflexi brachium BC, cum aliqua ejus pars agat in laminam HN. Si igitur gravitas DN resolvatur in duas DF, DG, patet vim DG exerceri contra laminam, & vim DF contra vectem; quare FD haberi poterit pro directione ponderis D relate ad brachium BC. Non ergo mirum, si ad æquilibrium servandum debeat pondus E esse ad pondus D, ut distantia BI ad distantiam BL.

Libra.

609. Ad vectem heterodromum refertur *Libra*, seu *bilanx* ACB (*fig.* 45), in qua veniunt considerandà homogeneum jugum, sive *scapus* AB bifariam divisus in puncto C: tum *lingula* CI, immobiliter affixa medio jugi puncto, tandem *ansa* seu *trutina* CE ex duabus parallelis laminis conflata, ac binæ lances FG.

610. Cum in libra brachia AC, CB sint homogenea, ac ejusdem longitudinis, sintque cum uncis, funiculis, ac lancibus suis æquiponderantia, adeout duo brachia & sine lancibus, & onusta lancibus, perfectum servent inter se æquilibrium, am si duo æqualia corpora lancibus imponantur, immota quiescent; si vero æquilibrium non servent, illud gravius erit, quod deprimitur, nec poterunt ad æquilibrium revocari nisi ponderi, quod attollitur, tantum addatur ponderis, quantum ipsum deficit ab alterius gravitate.

611. *Corol.* Libra erit dolosa, cum brachia inæqualia sunt, quo casu corpus e longiori brachio suspensum poterit æquilibrari cum graviori æquipondio lanci brevioris brachii imposito (*n.* 593). Detegitur hic dolus sola ponderum in lancibus permutatione, si enim lancem brevioris brachii pondere minori gravabis, non stabit æquilibrium, ut antea. Hinc tutior censetur bilanx, cujus brachia longiora sunt, vel lingula longior, cum in utroque casu minima brachiorum declinatio a parallelismo cum horizonte, ac consequenter ponderum inæqualitas facilius detegatur.

612.

612. *Scholion*. „Est libræ species statera, quæ duplicis est generis, nempe romana, vel geometrica, & empirica, sive communis. Statera romana ita constituitur. In virga ferrea AB (*fig.* 46), quæ versus B semper crassitie imminuitur, assumitur ad arbitrium punctum D, cui erigitur normalis lingula, sive examen, quod trutinæ E inseritur, brachium brevius AD unco, aut lance oneratur, tum pondus N dictum cursor italice il Romano, unius libræ, aut dimidiæ opponitur longiori brachio in ea a centro motus distantiâ, in qua una cum longiori brachio æquilibrium servat cum breviori. Deinde unco, aut lanci imponantur æquipondia unius, duarum, trium, &c. librarum, notenturque distantiæ, in quibus cursor stat in æquilibrio cum æquipondio unius, duarum, trium librarum: hoc confecto patet ope stateræ differentiam ponderum posse innotescere. Similis est constructio stateræ empiricæ cujus brachium DB ejusdem est ubique crassitudinis unde brachiis facientibus æquilibrium signatur in longiori brachio primum punctum, in quo cursor æquilibrium efformat cum æquipondio unius libræ, reliqua vero puncta notantur per æqualia intervalla; ea tamen detracta distantia, in qua cursor ponitur proximus centro motus, ut æquilibrium servent inæqualia brachia."

613. Dices: a jugo bilancis AF (*fig.* 47) pendeat ex uno brachio LA pondus O, ex altero LF minor bilanx DK, quæ onusta ponderibus æquilibrium faciat cum pondere O. Nunc si aliquid ponderis ex lance K transferatur in lancem D, non modo tollitur æquilibrium minoris bilancis DK, sed una cum lance K ascendet etiam brachium LF, licet nihil ponderis respectu hujus brachii minuatur: Secundo; in jugo bilancis AIF (*fig.* 48) pendeat ex brachio IA pondus P, ex altero IF vas N aqua plenum, cui immersum sit pondus L aqua specifice gravius, ac ope fili suspensum a puncto F: sint ambæ lances in æquilibrio una cum impositis ponderibus:

bus: si filum, a quo pendet pondus L rescindatur, ablato æquilibrio ascendit brachium FI donec pondus L ad vasis fundum pervenerit: tunc enim æquilibrium restituitur. Ex adverso si pondus L fuerit aqua specifice levius, & filo ad vasis fundum alligetur, secto filo, & pondere L per aquam ascendente ita æquilibrium turbatur, ut brachium FI descendat: porro in utroque casu nulla contingit aut in ponderibus aut in distantiis variatio. Tertio: ex fornice pendeat bilanx ACB (*fig.* 49); a cujus brachio CA sustineatur pondus æquilibrium faciens cum homine hasta armato stante in lance M: si homo hasta sursum urgeat jugi punctum B sibi verticaliter imminens; nulla continget æquilibrii mutatio; si urgeat punctum D, lanx M una cum homine descendet, tandem si urgeat punctum E, lanx cum homine ascendet. Num hæc cum æquilibrii legibus stare possunt?

614. R. ad 1. Illud certum physicis est, corpus grave quiescens majorem exercere pressionem in corpus quodcunque sibi subjectum, quam dum actu movetur in descensu, quiescens enim totius suæ gravitatis momentum contra subjectum obicem exercet; dum autem descendit, pars virium in premendo, pars in determinando descensu impeditur. Ex hoc habes, cur descendente lance D, & ascendente lance K (*fig.* 47) minor sit pressio totius bilancis contra punctum F, adeoque attollatur brachium FL.

615. Ad 2. Patet ex mox dictis solutio primæ partis phænomeni. Quoad alteram partem, pondus L, (*fig.* 48) aqua specifice levius, ac fundo alligatum nititur, ut ascendat vi æqualis excessui gravitatis, quam habet æquale volumen aquæ supra pondus L, ut in hydrostatica patebit, qui nisus opponitur momento, quod exercet fundus vasis N contra pondus L: elevatur enim fundus vasis per nisum ascendendi in corpore ipsi alligato; hinc fundus minus gravitat contra subjectum lancem, cum pars ejus momenti in vincen-

cenda actione alligati ponderis impendatur, secto autem filo, atque ascendente pondere L, vasis fundus a contraria ponderis actione expeditus totum suum momentum contra lancem exercebit, quæ propterea descendet, utpote magis gravata quam antea.

616. Ad 3. Dum homo in lance M existens (*fig.* 49) hasta sursum urget punctum P, tantumdem pedibus deorsum premit lancem M, unde nullus haberi debet in brachio DB motus (*n.* 343). Dum hasta sursum urget punctum D, vis impellens exprimitur per diagonalem DM, ac resolvitur in binas DN, NM (*n.* 366), portio NM bilanci, & horizonti parallela movebit lancem ad partem K, adeoque ad bilancis æquilibrium non confert: at portio DN sursum protrudet punctum D, ipsique ex reactionis lege (*num.* 347) respondebit vis contraria BM, quæ urgebit idem brachium DB deorsum: sed vis BM, utpote magis distans ab hypomoclio C evadit major vi DN (*n.* 593), ergo homo cum lance M descendet. Si autem homo sursum impellat punctum E, vis ME resolvetur in duas EK KM, quæ posterior ad bilancis æquilibrium non attinet; unde in hoc casu actio sursum erit KE, vis reactionis deorsum erit BM: sed actio LE, magis distat ab hypomoclio D, ergo superabit reactionem BM; adeoque elevabit hominem cum lance. Hinc patet quod si homo premeret punctum aliquod brachii CA, adjuvaret brachii DB descensum.

Axis in Peritrochio.

617. *Axis in Peritrochio*, italice *l' asse nella ruota* (græca enim vox *Peritrochion* latine *rota* audit), est cylindrus ligneus XH (*fig.* 50) volubilis supra fulcra AE, BF ope rotæ, aut baculorum LN, GI, qui *scytclé* appellantur. Cylindro versus alteram sui extremitatem funis alligatur, a quo pendet pondus elevandum P.

618. Quoniam axis in peritrochio est vectis he-

heterodromus, cujus pondus est G (*fig.* 51.) hypomoclion centrum axis C, potentia autem applicatur rotæ, vel scytali in A, evidens est haberi in hac machina æquilibrium potentiam inter, ac pondus, cum pondus fuerit ad potentiam ut radius rotæ AC ad radium axis, sive cylindri EC (*n.* 598) : nam spatia eodem tempore percursa a pondere, & potentia sunt ut radii EC, AC (*Geom. n.* 228).

619. Ad axem in Peritrochio spectat *Geranium*, nempe ingens rota, intra quam homines per internos gradus veluti salientes cylindrum rotæ concentricum volvunt, ac alligato ad cylindrum fune naves ab uno in alium alveum transferunt. Item rotæ, quarum palmulæ a vento, vel ab aquis circumvolvuntur una cum infixo cylindro: ac tandem, ut alia omittam, *ergata*, vel *argano*, nempe cylindrus erectus AB (*fig.* 52), quo utuntur artifices ad pondera in plano promovenda.

Trochlea.

620. *Troclea*, vel *Rechamus*, vulgo *taglia*, vel *carruccola* est rota circa centrum volubilis, excavata in peripheria, cui funis ductorius circumvolvitur. Capsa, cui inserta est rota, *loculamentum* dicitur; hujus parietibus hæret infixus clavus, qui per medium rotæ volubilis trajicitur.

621. Si machina uno tantum constet orbiculo appellatur *simplex*, vel *monopastus*: si ex pluribus orbiculis componatur, dicetur *polypastus*: quæ duas habet trochleas *dyspastus* audit: quæ tres, *trypastus*: quæ quatuor, *tetrapastus*, quæ quinque, *pentaspastus* &c.

622. Cum trochlea sit vectis heterodromus, evidens fit per simplicem trochleam, cujus loculamentum sit immobile, potentiam minime juvari, nec cum pondere æquilibrium facere, nisi fuerit ipsi æqualis: sunt enim distantiæ ponderis agentis in X (*fig.* 53), & potentiæ agentis in Z ab hypomoclio I prorsus æquales (*Geom. n.* 22.).

n. 22) unde totum simplicis trochleæ, cujus loculamentum sit immobile, emolumentum est directio potentiæ commodior, nempe deorsum agens pondus elevat, vel etiam agens horizontaliter (*fig.* 54).

623. Si trochlea simplex cum suo loculamento sit mobilis B (*fig.* 55) : nempe affixo fune in F a potentia F elevetur una cum pondere E trochlea AD, potentia subdupla æquilibrium formabit cum duplo pondere; nequit enim pondus attolli in X, quin potentia ad eam ascendat altitudinem, quam metitur utraque funis pars FA PD, sive conficiat spatium duplum altitudine BX, adeoque potentia duplam habet præ pondere velocitatem (*n.* 589), ergo potentia subdupla cum duplo pondere æquilibrabitur (*n.* 291).

624. In dyspasto AB *ad* (*fig.* 56) : in quo trochlea AB loculamentum est fixum, trochlea vero *a d* cum appenso pondere M est mobilis, potentia P æquilibrium obtinebit cum duplo pondere ob rationem supra expositam (*n.* 623). Ac, generaliter loquendo polyspastis augetur potentiæ velocitas pro numero funium, excepto eo, cui potentia immediate applicatur : hinc in polyspastis erit æquilibrium inter pondus, ac potentiam, cum pondus fuerit ad potentiam ut numerus funium trochleas inferiores sustinentium ad unitatem.

625. Tandem si polyspastus ita constructus fuerit, ut trochleæ omnes, excepta illa, cui applicatur potentia, sint mobiles, ac singulæ peculiari fune eleventur, sitque potentiæ directio ponderis directioni parallela, celeritas potentiæ a quolibet orbiculo absolute mobili dupla reddetur respectu ponderis : nempe fiet dupla ratione primi orbiculi A (*fig.* 57), quadrupla ratione secundi B, octupla ratione tertii C, & ita porro. Quare hoc trochlearum systema cæteris omnibus prævalet.

Cochlea.

626. *Cochlea*, vulgo *Vite*, est cylindrus conti-

tinuata spira sulcatus ; qui inseritur inter aliud corpus spirantibus similiter sulcis distinctum, itaut unius prominentes spiræ alterius sulcis congruant. Dicitur *Cochlea mas*, cum ejus superficies convexa est sulcata ; *Cochlea fœmina*, cujus superficies concava est excavata.

627. Usus cochleæ est tum comprimere, tum etiam elevare pondera, si ipsi cochleæ imponantur, ut C (*fig.* 58). Ut vis cochleæ intelligatur, advertendum est, dum potentia applicata puncto D semel volvit cochleam fœminam DE, ac consequenter circulum describit habentem pro radio longitudinem DI, ipsam potentiam descendere ad distantiam binarum helicum seu spirarum IG ; hinc potentia erit ad pondus, ut distantia binarum helicum IG ad distantiam radii DI, propterea fiet major potentiæ vis, ubi angustiores fuerint helices, aut crassior cochlea DE. Quod si inter immobilem cochleam DE cochlea mas CG ope scytalæ B convertatur pro majori scytalæ longitudine, augebitur potentiæ velocitas, ac consequenter vis.

628. Si cochlea a dentibus rotæ stellatæ, vel radiatæ circumagatur, dicetur *cochlea infinita* seu *perpetua*. Quia autem quo tempore cochlea semper circumvolvitur, nonnisi unius dentis intervallo rota promovetur, hinc celeritas potentiæ fit maxima respectu ponderis. Nam quo tempore potentia in E applicata (*fig.* 59) describit circulum habentem pro radio manubrium BC ; unicus rotæ dens promovetur ; hinc ut rota R una cum adnexo cylindro, & pondere, unum gyrum conficiat, opus est manubrium BC tot absolvat revolutiones, quot sunt rotæ dentes. Spatium igitur pari tempore descriptum a pondere erit ad spatium potentiæ ut radius *b*H cylindri ad BC ductum in numerum dentium rotæ R. Si igitur radius *bH* ponatur unius pollicis, radius BC 12, ac rotæ dentes 100 erit potentia 120 vicibus major pondere.

De

De plano inclinato, & Cuneo.

629. Ex dictis (n. 530) planum inclinatum potentiæ vires adjuvat: cum enim sit gravitas respectiva corporis per planum inclinatum decidentis ad absolutam, ut altitudo plani ad longitudinem, habebitur per machinam æquilibrium potentiam inter, ac pondus, cum potentia fuerit ad pondus ut altitudo plani ad longitudinem.

630. Ad planum inclinatum refertur cuneus, nempe prisma triangulare ABC (*fig.* 60), quo utimur ad findenda corpora. Cum potentia perpendiculariter cuneo applicatur, servabit cum corporum resistentia æquilibrium, si potentia fuerit ad resistentiam partium separandarum ut basis cunei ad ejus altitudinem. Nam spatium quod describitur a potentia, dum descendit cuneus, est ut ejus altitudo EG: spatium autem quo corporis findendi partes separantur est ut basis AC, unde velocitas potentiæ ad velocitatem resistentiæ est ut altitudo ad basim (n. 281) ergo stabit inter utramque æquilibrium, cum potentia est ad resistentiam ut basis cunei ad ejus altitudinem (n. 592).

631. *Corollarium*. Cum basis cunei sit in ratione anguli in quem terminat cuneus (*Geom. n.* 63) quo acutior erit angulus sub eadem altitudine, major erit potentiæ cuneo applicatæ celeritas præ celeritate partium separandarum, & minor prout cunei angulus ab acuto recedet.

De Rotis dentatis.

632. Inter Staticæ machinas utilissimum est *Pancratium* sive *Glossocomum*; machina nempe constructa ex pluribus rotis dentatis circa proprium axem ita volubilibus, ut una moveri nequeat, quin aliæ ad motum agantur, ob implicatos unius rotæ dentes, qui curvilinei esse debent, dentibus alterius rotæ.

633. Ut intelligas ingens Pancratii emolumentum.

tum, concipe tres rotas, H, F, D (*fig.* 61) quarum dentes inserantur axibus dentatis G, E, C. Si singulis rotis dentes 100 tribuantur, axibus autem dentes 10, jam cum axis C decem gyros complet, rota D unam conficiet revolutionem. Similiter quo tempore rota D cum suo axe E decies revolvitur, rota F unum gyrum absolvet: dum rota F cum axe G decies circumagitur, rota H cum adnexo cylindro IK, cum appenso pondere L nonnisi unam revolutionem complebit. Igitur velocitas rotæ D est decuplo major velocitate rotæ F, & velocitas rotæ F decuplo major velocitate rotæ H, ac consequenter ponderis L. Nunc si concipias manubrium AB decuplo majus diametro axis C, jam potentiæ manubrio A applicatæ velocitas ad ponderis velocitatem erit ut 10000 : 1: nam velocitas A ad C est ut 10000, 1000, velocitas C: E 1000 : 100: velocitas E : G = 100 : 10: velocitas G : H = 10 : 1, ergo erit *ex æquo ordinate* velocitas A : H = 10000 : 1 (*Geom.* 205), adeoque potentia A unius libræ æquilibrium obtinebit cum pondere L librarum 1000.

634. *Corollarium.* Aucto rotarum numero augebitur potentiæ vis, cujus mensura habebitur, si unitati addantur tot cyphræ, quot sunt axes: nempe exurgens numerus dabit potentiæ velocitatem præ celeritate ponderis.

CAPUT XI.

De Æquilibrio ac Motu Fluidorum.

635. Postquam de solidis corporibus, eorumque motibus, & æquilibrio disputavimus, ad fluida sermonem convertimus. De fluidis agit Mechanica, cujus pars fluidorum gravitationem, ac in solida actionem expendens *hydrostatica* dicitur: pars autem, quæ motus fluidorum, ac præcipue aquarum considerat, *Hydraulica* nuncupatur. Igitur, ut scientiæ utriusque elementa ponamus, de fluidorum pressione, æquilibrio, actio-

partem, jam fluida continuo sursum ascenderent, nam pressio deorsum, & ad latera ostendit impedimenta a fundo, & lateribus, ne suum effectum producat: at pressio sursum nullum, vel tenuissimum habet impedimentum a superincumbente aere: ergo obtinebit effectum suum, nempe ascensum.

644. R. nego sequelam. Nam pressio sursum in fluidis est a passiva inertiæ vi, quæ tantum reagit, quantum premitur; unde cum in inferioribus fluidi particulis tantus sit nisus ascendendi, sive reactio, quantus in superincumbentibus est nisus descendendi, sive gravitas, jam habentur contraria, & æquales vires, adeoque nullus motus sequi debet (n. 343).

645. Inst. In columna fluidi perpendiculari concipiatur particula, quæ aliquantulum sit supra medietatem: certe particula non erit in æquilibrio; nam fluidum ipsi incumbens est minus fluido ipsi subjecto, ergo minus deorsum premitur, quam sursum impellatur, ergo ascendet.

646. R. Dum asserimus fluidorum partes se mutuo premere æqualiter in omnem partem, id ita intelligendum non est, quatenus qualibet fluidi gutta in quocumque vasis loco æqualiter prematur; certum enim est urgeri magis guttas, quæ fundo vasis, quam quæ operculo sunt proximæ. Itaque sensus est: quamlibet fluidi guttam a superincumbentibus, & lateribus æqualiter premi, ac reagere, sicque æquilibrium servare. Nunc concipe in columna perpendiculari 20 fluidi sphærulas sibi imminentes, quæ descendendo est ordine tertia, deorsum urgetur a duabus superioribus vi ut 2, & pari reactione renititur: ipsa vero tertia cum duabus superioribus aget in quartam inferiorem vi æquali 3, & pari reactione a quarta sursum urgebitur. Idem de aliis sequentibus dicas, & invenies perfectum servari debere inter omnes particulas quocumque vasis loco positas æquilibrium.

647.

647. Opp. 2. Concipiatur particula aliqua fluidi in columna horizontali, sit autem hæc particula proximior uni lateri vasis, puta lateri dextro, quam sinistro: cum laterales actiones fluidorum prementium quantitatibus respondeant, hæc particula posita inter inæquales ad latera fluidorum quantitates urgebitur a viribus inæqualibus, ergo non servabit æquilibrium.

648. R. Distingui debent vires, quæ omnes simul ad unam partem diriguntur, & vires, quæ agunt ex utraque parte: ubi primum contingat, omnes simul vires ad eamdem partem conspirare infirmum obicem superabunt: ubi vero secundum eveniat, aliter loquendum erit. Imaginare 100 homines urgentes eumdem obicem virium 50, profecto ipsum superabunt: at si iidem homines ita fuerint dispositi, ut eorum primus una manu obicem urgeat, altera agat adversus vim secundi hominis, qui pariter altera manu reagat contra vim tertii, sicque deinceps, itaut omnes ex utraque parte agant, certe obex 50 non superabitur a 100 hominibus, quorum vires in hoc casu non sustinet, ut manifestum est. Simili modo; cum quælibet fluidi gutta prematur, & reagat æquali vi, quocumque in loco vasis concipiatur, non poterit ab aliis ad motum impelli.

649. Inst. Si duæ fluidi partes superiores simul accipiantur, certum est eas magis gravitare, ac premere, quam premat unica pars æqualis inferior, ergo hæ duæ partes simul sumptæ debent prævalere inferiori, ergo non stabit æquilibrium.

650. R. Duas fluidi partes simul sumptas esse utique tertia inferiori, ac æquali uni earum graviores, si hæc infima seorsum sumatur, non vero si sumatur una cum superincumbentibus, uti sumi debet: sicuti enim 100 lateres sibi ipsis perpendiculariter sumperimpositi ita se premunt, ut eorum infimus non premat ut unus, sed ut 100; ita pars infima fluidi exercet pres-

partem, jam fluida continuo sursum ascenderent; nam pressio deorsum, & ad latera ostendit impedimenta a fundo, & lateribus, ne suum effectum producat: at pressio sursum nullum, vel tenuissimum habet impedimentum a superincumbente aere: ergo obtinebit effectum suum, nempe ascensum.

644. R. nego sequelam. Nam pressio sursum in fluidis est a passiva inertiæ vi, quæ tantum reagit, quantum premitur; unde cum in inferioribus fluidi particulis tantus sit nisus ascendendi, sive reactio, quantus in superincumbentibus est nisus descendendi, sive gravitas, jam habentur contrariæ, & æquales vires, adeoque nullus motus sequi debet (n. 343).

645. Inst. In columna fluidi perpendiculari concipiatur particula, quæ aliquantulum sit supra medietatem: certe particula non erit in æquilibrio; nam fluidum ipsi incumbens est minus fluido ipsi subjecto; ergo minus deorsum premitur, quam sursum impellatur, ergo ascendet.

646. R. Dum asserimus fluidorum partes se mutuo premere æqualiter in omnem partem, id ita intelligendum non est, quatenus qualibet fluidi gutta in quocumque vasis loco æqualiter prematur; certum enim est urgeri magis guttas, quæ fundo vasis, quam quæ operculo sunt proximæ. Itaque sensus est: quamlibet fluidi guttam a superincumbentibus, & lateribus æqualiter premi; ac reagere, sicque æquilibrium servare. Nunc concipe in columna perpendiculari 20 fluidi sphærulas sibi imminentes, quæ descendendo est ordine tertia, deorsum urgetur a duabus superioribus vi ut 2, & pari reactione renititur: ipsa vero tertia cum duabus superioribus aget in quartam inferiorem vi æquali 3, & pari reactione a quarta sursum urgebitur. Idem de aliis sequentibus dicas, & invenies perfectum servari debere inter omnes particulas quocumque vasis loco positas æquilibrium.

647.

647. Opp. 2. Concipiatur particula aliqua fluidi in columna horizontali, sit autem hæc particula proximior uni lateri vasis, puta lateri dextro, quam sinistro: cum laterales actiones fluidorum prementium quantitatibus respondeant, hæc particula posita inter inæquales ad latera fluidorum quantitates urgebitur a viribus inæqualibus, ergo non servabit æquilibrium.

648. R. Distingui debent vires, quæ omnes simul ad unam partem diriguntur, & vires, quæ agunt ex utraque parte: ubi primum contingat, omnes simul vires ad eamdem partem conspirare infirmum obicem superabunt: ubi vero secundum eveniat, aliter loquendum erit. Imaginare 100 homines urgentes eumdem obicem virium 50, profecto ipsum superabunt: at si iidem homines ita fuerint dispositi, ut eorum primus una manu obicem urgeat, altera agat adversus vim secundi hominis, qui pariter altera manu reagat contra vim tertii, sicque deinceps, itaut omnes ex utraque parte agant, certe obex 50 non superabitur a 100 hominibus, quorum vires in hoc casu non sustinet, ut manifestum est. Simili modo; cum quælibet fluidi gutta prematur, & reagat æquali vi, quocumque in loco vasis concipiatur, non poterit ab aliis ad motum impelli.

649. Inst. Si duæ fluidi partes superiores simul accipiantur, certum est eas magis gravitare, ac premere, quam premat unica pars æqualis inferior, ergo hæ duæ partes simul sumptæ debent prævalere inferiori, ergo non stabit æquilibrium.

650. R. Duas fluidi partes simul sumptas esse utique tertia inferiori, ac æquali uni earum graviores, si hæc infima seorsum sumatur, non vero si sumatur una cum superincumbentibus, uti sumi debet: sicuti enim 100 lateres sibi ipsis perpendiculariter sumperimpositi ita se premunt, ut eorum infimus non premat ut unus, sed ut 100; ita pars infima fluidi exercet pres-

partem, jam fluida continuo sursum ascenderent; nam pressio deorsum, & ad latera ostendit impedimenta a fundo, & lateribus, ne suum effectum producat: at pressio sursum nullum, vel tenuissimum habet impedimentum a superincumbente aere: ergo obtinebit effectum suum, nempe ascensum.

644. R. nego sequelam. Nam pressio sursum in fluidis est a passiva inertiæ vi, quæ tantum reagit, quantum premitur; unde cum in inferioribus fluidi particulis tantus sit nisus ascendendi, sive reactio, quantus in superincumbentibus est nisus descendendi, sive gravitas, jam habentur contrariæ, & æquales vires, adeoque nullus motus sequi debet (n. 343).

645. Inst. In columna fluidi perpendiculari concipiatur particula, quæ aliquantulum sit supra medietatem: certe particula non erit in æquilibrio; nam fluidum ipsi incumbens est minus fluido ipsi subjecto, ergo minus deorsum premitur, quam sursum impellatur, ergo ascendet.

646. R. Dum asserimus fluidorum partes se mutuo premere æqualiter in omnem partem, id ita intelligendum non est, quatenus qualibet fluidi gutta in quocumque vasis loco æqualiter prematur; certum enim est urgeri magis guttas, quæ fundo vasis, quam quæ operculo sunt proximæ. Itaque sensus est: quamlibet fluidi guttam a superincumbentibus, & lateribus æqualiter premi; ac reagere, sicque æquilibrium servare. Nunc concipe in columna perpendiculari 20 fluidi sphærulas sibi imminentes, quæ descendendo est ordine tertia, deorsum urgetur a duabus superioribus vi ut 2, & pari reactione renititur: ipsa vero tertia cum duabus superioribus aget in quartam inferiorem vi æquali 3, & pari reactione a quarta sursum urgebitur. Idem de aliis sequentibus dicas, & invenies perfectum servari debere inter omnes particulas quocumque vasis loco positas æquilibrium.

647. Opp. 2. Concipiatur particula aliqua fluidi in columna horizontali, sit autem hæc particula proximior uni lateri vasis, puta lateri dextro, quam sinistro: cum laterales actiones fluidorum prementium quantitatibus respondeant, hæc particula posita inter inæquales ad latera fluidorum quantitates urgebitur a viribus inæqualibus, ergo non servabit æquilibrium.

648. R. Distingui debent vires, quæ omnes simul ad unam partem diriguntur, & vires, quæ agunt ex utraque parte; ubi primum contingat, omnes simul vires ad eamdem partem conspirare infirmum obicem superabunt: ubi vero secundum eveniat, aliter loquendum erit. Imaginare 100 homines urgentes eumdem obicem virium 50, profecto ipsum superabunt: at si iidem homines ita fuerint dispositi, ut eorum primus una manu obicem urgeat, altera agat adversus vim secundi hominis, qui pariter altera manu reagat contra vim tertii, sicque deinceps, itaut omnes ex utraque parte agant, certe obex 50 non superabitur a 100 hominibus, quorum vires in hoc casu non sustinet, ut manifestum est. Simili modo; cum qualibet fluidi gutta prematur, & reagat æquali vi, quocumque in loco vasis concipiatur, non poterit ab aliis ad motum impelli.

649. Inst. Si duæ fluidi partes superiores simul accipiantur, certum est eas magis gravitare, ac premere, quam premat unica pars æqualis inferior, ergo hæ duæ partes simul sumptæ debent prævalere inferiori, ergo non stabit æquilibrium.

650. R. Duas fluidi partes simul sumptas esse utique tertia inferiori, ac æquali uni earum graviores, si hæc infima seorsum sumatur, non vero si sumatur una cum superincumbentibus, uti sumi debet: sicuti enim 100 lateres sibi ipsis perpendiculariter sumperimpositi ita se premunt, ut eorum infimus non premat ut unus, sed ut 100; ita pars infima fluidi exercet pres-

partem, jam fluida continuo sursum ascenderent, nam pressio deorsum, & ad latera ostendit impedimenta a fundo, & lateribus, ne suum effectum producat: at pressio sursum nullum, vel tenuissimum habet impedimentum a superincumbente aere: ergo obtinebit effectum suum, nempe ascensum.

644. R. nego sequelam. Nam pressio sursum in fluidis est a passiva inertiae vi, quae tantum reagit, quantum premitur, unde cum in inferioribus fluidi particulis tantus sit nisus ascendendi, sive reactio, quantus in superincumbentibus est nisus descendendi, sive gravitas, jam habentur contrariae, & aequales vires, adeoque nullus motus sequi debet (n. 343).

645. Inst. In columna fluidi perpendiculari concipiatur particula, quae aliquantulum sit supra medietatem: certe particula non erit in aequilibrio; nam fluidum ipsi incumbens est minus fluido ipsi subjecto, ergo minus deorsum premitur, quam sursum impellatur, ergo ascendet.

646. R. Dum asserimus fluidorum partes se mutuo premere aequaliter in omnem partem, id ita intelligendum non est, quatenus qualibet fluidi gutta in quocumque vasis loco aequaliter prematur; certum enim est urgeri magis guttas, quae fundo vasis, quam quae operculo sunt proximae. Itaque sensus est: quamlibet fluidi guttam a superincumbentibus, & lateribus aequaliter premi, ac reagere, sicque aequilibrium servare. Nunc concipe in columna perpendiculari 20 fluidi sphaerulas sibi imminentes, quae descendendo est ordine tertia, deorsum urgetur a duabus superioribus vi ut 2, & pari reactione renititur: ipsa vero tertia cum duabus superioribus aget in quartam inferiorem vi aequali 3, & pari reactione a quarta sursum urgebitur. Idem de aliis sequentibus dicas, & invenies perfectum servari debere inter omnes particulas quocumque vasis loco positas aequilibrium.

647.

647. Opp. 2. Concipiatur particula aliqua fluidi in columna horizontali, sit autem hæc particula proximior uni lateri vasis, puta lateri dextro, quam sinistro: cum laterales actiones fluidorum prementium quantitatibus respondeant, hæc particula posita inter inæquales ad latera fluidorum quantitates urgebitur a viribus inæqualibus, ergo non servabit æquilibrium.

648. R. Distingui debent vires, quæ omnes simul ad unam partem diriguntur, & vires, quæ agunt ex utraque parte: ubi primum contingat, omnes simul vires ad eamdem partem conspirare infirmum obicem superabunt: ubi vero secundum eveniat, aliter loquendum erit. Imaginare 100 homines urgentes eumdem obicem virium 50, profecto ipsum superabunt: at si iidem homines ita fuerint dispositi, ut eorum primus una manu obicem urgeat, altera agat adversus vim secundi hominis, qui pariter altera manu reagat contra vim tertii, sicque deinceps, itaut omnes ex utraque parte agant, certe obex 50 non superabitur a 100 hominibus, quorum vires in hoc casu non sustinet, ut manifestum est. Simili modo; cum qualibet fluidi gutta prematur, & reagat æquali vi, quocumque in loco vasis concipiatur, non poterit ab aliis ad motum impelli.

649. Inst. Si duæ fluidi partes superiores simul accipiantur, certum est eas magis gravitare, ac premere, quam premat unica pars æqualis inferior, ergo hæ duæ partes simul sumptæ debent prævalere inferiori, ergo non stabit æquilibrium.

650. R. Duas fluidi partes simul sumptas esse utique tertia inferiori, ac æquali uni earum graviores, si hæc infima seorsum sumatur, non vero si sumatur una cum superincumbentibus, uti sumi debet: sicuti enim 100 lateres sibi ipsis perpendiculariter sumperimpositi ita se premunt, ut eorum infimus non premat ut unus, sed ut 100; ita pars infima fluidi exercet pres-

De plano inclinato, & Cuneo.

629. Ex dictis (n. 530) planum inclinatum potentiæ vires adjuvat: cum enim sit gravitas respectiva corporis per planum inclinatum decidentis ad absolutam, ut altitudo plani ad longitudinem, habebitur per machinam æquilibrium potentiam inter, ac pondus, cum potentia fuerit ad pondus ut altitudo plani ad longitudinem.

630. Ad planum inclinatum refertur cuneus, nempe prisma triangulare ABC (*fig.* 60), quo utimur ad findenda corpora. Cum potentia perpendiculariter cuneo applicatur, servabit cum corporum resistentia æquilibrium, si potentia fuerit ad resistentiam partium separandarum ut basis cunei ad ejus altitudinem. Nam spatium quod describitur a potentia, dum descendit cuneus, est ut ejus altitudo EG; spatium autem quo corporis findendi partes separantur est ut basis AC, unde velocitas potentiæ ad velocitatem resistentiæ est ut altitudo ad basim (n. 281) ergo stabit inter utramque æquilibrium, cum potentia est ad resistentiam ut basis cunei ad ejus altitudinem (n. 592).

631. *Corollarium*. Cum basis cunei sit in ratione anguli in quem terminat cuneus (*Geom. n.* 63) quo acutior erit angulus sub eadem altitudine, major erit potentiæ cuneo applicatæ celeritas præ celeritate partium separandarum, & minor prout cunei angulus ab acuto recedet.

De Rotis dentatis.

632. Inter Staticæ machinas utilissimum est *Pancratium* sive *Glossocomum*; machina nempe constructa ex pluribus rotis dentatis circa proprium axem ita volubilibus, ut una moveri nequeat, quin aliæ ad motum agantur, ob implicatos unius rotæ dentes, qui curvilinei esse debent, dentibus alterius rotæ.

633. Ut intelligas ingens Pancratii emolumentum.

tum, concipe tres rotas, H, F, D (*fig.* 61) quarum dentes inserantur axibus dentatis G, E, C. Si singulis rotis dentes 100 tribuantur, axibus autem dentes 10, jam cum axis C decem gyros complet, rota D unam conficiet revolutionem. Similiter quo tempore rota D cum suo axe E decies revolvitur, rota F unum gyrum absolvet: dum rota F cum axe G decies circumagitur, rota H cum adnexo cylindro IK, cum appenso pondere L nonnisi unam revolutionem complebit. Igitur velocitas rotæ D est decuplo major velocitate rotæ F, & velocitas rotæ F decuplo major velocitate rotæ H, ac consequenter ponderis L. Nunc si concipias manubrium AB decuplo majus diametro axis C, jam potentiæ manubrio A applicatæ velocitas ad ponderis velocitatem erit ut 10000 : 1: nam velocitas A ad C est ut 10000, 1000, velocitas C : E 1000 : 100 : velocitas E : G = 100 : 10 : velocitas G : H = 10 : 1, ergo erit *ex æquo ordinate* velocitas A : H = 10000 : 1 (*Geom.* 205), adeoque potentia A unius libræ æquilibrium obtinebit cum pondere L librarum 1000.

634. *Corollarium.* Aucto rotarum numero augebitur potentiæ vis, cujus mensura habebitur, si unitati addantur tot cyphræ, quot sunt axes: nempe exurgens numerus dabit potentiæ velocitatem præ celeritate ponderis.

CAPUT XI.

De Æquilibrio ac Motu Fluidorum.

635. Postquam de solidis corporibus, eorumque motibus, & æquilibrio disputavimus, ad fluida sermonem convertimus. De fluidis agit Mechanica, cujus pars fluidorum gravitationem, ac in solida actionem expendens *hydrostatica* dicitur: pars autem, quæ motus fluidorum, ac præcipue aquarum considerat, *Hydraulica* nuncupatur. Igitur, ut scientiæ utriusque elementa ponamus, de fluidorum pressione, æquilibrio, actio-

actione in solida, ac tandem motu verba faciemus.

ARTICULUS I.

De Fluidorum Pressione.

636. *Definitiones. Fluidum*, vel liquidum dicitur corpus, quod tenuissimis corpusculis minima vi cohærentibus coalescit.

637. *Scholion. Nonnulli Philosophi distinguunt* fluidum, liquidum, & humidum: *ajunt nempe esse* fluidum *illud corpus, cujus massulæ sub aere superficiem acquirunt horizonti parallelam, veluti aqua:* liquidum, *quod non semper talem superficiem acquirit, ut flamma, & fumus:* humidum, *cujus particulæ aliis corporibus facile adhærescunt, ac humoris excitant sensationem veluti* aqua, vinum &c.

638. Fluida, quæ ejusdem sunt densitatis, veluti duæ *aquæ*, aut *aeris* portiones, dicuntur *homogenea;* quæ vero diversam habent densitatem, ut *aqua* & *mercurius*, *heterogenea* nuncupantur.

PROPOSITIO I. *Fluidorum omnium particulæ sese mutuo premunt æqualiter deorsum, sursum, ad latera, ac versus omnem partem.*

639. *Probatur.* Cum fluidum tenuissimis constet particulis vi minima cohærentibus (*n.* 636) ac earum quælibet suam habeat gravitatem, & nisum deorsum, necesse est, ut particulæ superiores premant inferiores, ac inferiores reagant contra superiores æquali vi (*n.* 347) unde intelligitur pressio deorsum, ac sursum. Similiter: cum particulæ fluidi minima vi cohæreant, ac graviteni, ex quo superiores particulæ movere nequeant inferiores suo descendendi nisu, tendent ad latera, a quibus æquali reactione repelluntur, unde pressio intelligitur in omnem partem. Concipe in vase RZ (*fig.* 64) series corpusculorum sibi impositorum, quilibet ex hisce globulis, puta particula *a* deorsum urge-

tur

tur a superincumbentibus in eadem columna corpusculis, sustentatur tamen ab inferioribus, tantaque vi sursum repellitur, quanta ab imminentibus deorsum urgetur; sed etiam a lateralibus particulis bc, quæ columnarum sibi incumbentiuum pondus sustinent, undique premitur, ac repellitur ad latera: ergo in omnes partes æqualiter urgetur, quod cum de alia quacunque particula fluidi similiter ostendi possit, patet veritas propositionis.

640. Id confirmant etiam quotidiana innumera experimenta, inter quæ hoc unum accipe. Vas y M (*fig.* 36) aqua repleatur, in quam immergantur aperti tubi BCAD ad quamcumque directionem, sintque eorum aliqui L, & H inferius recurvi: eodem tempore ascendet aqua in omnibus hisce tubis ad stagnantis fluidi altitudinem: sed ascendere nequit per tubum O, nisi sursum: per foramen L, nisi deorsum; per foramen H, nisi ad latera prematur: ergo fluidi particulæ se mutuo premunt æqualiter in omnem partem.

641. *Corollarium I.* Omnes liquidi homogenei partes æquilibrium servant inter se: urgentur enim singulæ æqualiter versus omnem partem (*n.* 639), ergo inæqualiter quiescere debent (*n.* 583).

642. *Coroll. II.* Pressio fluidorum in omnem partem oritur a gravitate, & ab inertiæ vi, nempe pressio deorsum est ab activa gravitatis vi: pressio sursum a passiva inertiæ vi (*num.* 139): pressio lateralis ab utraque. Utraque vero vis fluidis, ac solidis æque communis (*n.* 140, 441) in solis fluidis pressionem in omnem partem producit, ob tenuitatem, ac mobilitatem suarum partium, quibus adfectionibus carent solidorum partes.

Eximuntur contrarii scrupuli.

643. Opp. 1. Si fluida premerent in omnem par-

partem, jam fluida continuo sursum ascenderent, nam pressio deorsum, & ad latera ostendit impedimenta a fundo, & lateribus, ne suum effectum producat: at pressio sursum nullum, vel tenuissimum habet impedimentum a superincumbente aere: ergo obtinebit effectum suum, nempe ascensum.

644. R. nego sequelam. Nam pressio sursum in fluidis est a passiva inertiæ vi, quæ tantum reagit, quantum premitur; unde cum in inferioribus fluidi particulis tantus sit nisus ascendendi, sive reactio, quantus in superincumbentibus est nisus descendendi, sive gravitas, jam habentur contrariæ, & æquales vires, adeoque nullus motus sequi debet (n. 343).

645. Inst. In columna fluidi perpendiculari concipiatur particula, quæ aliquantulum sit supra medietatem: certe particula non erit in æquilibrio; nam fluidum ipsi incumbens est minus fluido ipsi subjecto; ergo minus deorsum premitur, quam sursum impellatur, ergo ascendet.

646. R. Dum asserimus fluidorum partes se mutuo premere æqualiter in omnem partem, id ita intelligendum non est, quatenus qualibet fluidi gutta in quocumque vasis loco æqualiter prematur; certum enim est urgeri magis guttas, quæ fundo vasis, quam quæ operculo sunt proximæ. Itaque sensus est: quamlibet fluidi guttam a superincumbentibus, & lateribus æqualiter premi, ac reagere, sicque æquilibrium servare. Nunc concipe in columna perpendiculari 20 fluidi sphærulas sibi imminentes, quæ descendendo est ordine tertia, deorsum urgetur a duabus superioribus vi ut 2, & pari reactione renititur: ipsa vero tertia cum duabus superioribus aget in quartam inferiorem vi æquali 3, & pari reactione a quarta sursum urgebitur. Idem de aliis sequentibus dicas, & invenies perfectum servari debere inter omnes particulas quocumque vasis loco positas æquilibrium.

647.

647. Opp. 2. Concipiatur particula aliqua fluidi in columna horizontali, sit autem hæc particula proximior uni lateri vasis, puta lateri dextro, quam sinistro: cum laterales actiones fluidorum prementium quantitatibus respondeant, hæc particula posita inter inæquales ad latera fluidorum quantitates urgebitur a viribus inæqualibus, ergo non servabit æquilibrium.

648. R. Distingui debent vires, quæ omnes simul ad unam partem diriguntur, & vires, quæ agunt ex utraque parte: ubi primum contingat, omnes simul vires ad eamdem partem conspirare infirmum obicem superabunt: ubi vero secundum eveniat, aliter loquendum erit. Imaginare 100 homines urgentes eumdem obicem virium 50, profecto ipsum superabunt: at si iidem homines ita fuerint dispositi, ut eorum primus una manu obicem urgeat, altera agat adversus vim secundi hominis, qui pariter altera manu reagat contra vim tertii, sicque deinceps, itaut omnes ex utraque parte agant, certe obex 50 non superabitur a 100 hominibus, quorum vires in hoc casu non sustinet, ut manifestum est. Simili modo; cum quælibet fluidi gutta prematur, & reagat æquali vi, quocumque in loco vasis concipiatur, non poterit ab aliis ad motum impelli.

649. Inst. Si duæ fluidi partes superiores simul accipiantur, certum est eas magis gravitare, ac premere, quam premat unica pars æqualis inferior, ergo hæ duæ partes simul sumptæ debent prævalere inferiori, ergo non stabit æquilibrium.

650. R. Duas fluidi partes simul sumptas esse utique tertia inferiori, ac æquali uni earum graviores, si hæc infima seorsum sumatur, non vero si sumatur una cum superincumbentibus, uti sumi debet: sicuti enim 100 lateres sibi ipsis perpendiculariter sumperimpositi ita se premunt, ut eorum infimus non premat ut unus, sed ut 100; ita pars infima fluidi exercet pres-

sinem omnium partium sibi impositarum, hincque fit, ut ejus reactio sit æqualis gravitationi totius superincumbentis columnæ, atque æquilibrium maneat.

651. Opp. 3. Pressio fluidorum deorsum fit per lineam perpendicularem, pressio autem lateralis fit per lineam obliquam; sed obliqua pressio est minor perpendiculari, ergo pressio in omnibus fluidi guttis non est æqualis.

652. R. Cum pressio fluidorum tum deorsum, tum ad latera sit ab eadem gravitatis vi (n. 642), propterea æqualis utrobique esse debet. Revera concipe fluidi sphærulam A (fig. 62) oblique premere sphærulam B directione AB; vis AB solvitur in duas AC, CB; & vis qua globus A agit in B est ut portio BC (n. 366); sed BC est æqualis AC, cum ambo latera duobus semirectis angulis A, & B opponantur (Geom. n. 65), ergo vis lateralis erit ut AC, quæ ducta in commune gravitatis centrum C exhibet vim gravitatis perpendicularem.

653. Opp. 4. Juxta plures magni nominis Philosophos fluida perpetuum habent intestinum motum: ergo eorum particulæ non sunt in æquilibrio.

654. R. Quidquid sit de hac cartesiana opinione, quam alibi ad trutinam revocabimus, hic motus intestinus fluidorum non est ipsius fluidi naturæ essentialis, sed extrinsecus, nempe ab exteriori aliqua caussa, puta calore ignis, aere productus; unde non officit legibus hydrostaticæ, quæ naturalem fluidorum statum considerant.

PROPOSITIO II. *Pressio fluidorum in fundos vasorum quorumcumque est ut factum ex fundo in altitudinem perpendicularem.*

655. *Probatur.* Si vas sit cylindricum AR (fig. 64), cum totum fluidum sustineatur a fundo, pressio in fundum erit ut tota fluidi gravitas: sed fluidi gravitas est ut quantitas materiæ (n. 482):

482) : quantitas autem materiæ in cylindro est ut factum ex basi in altitudinem (*Geom.n.*264), ergo pressio in fundum erit ut factum ex fundo in altitudinem.

656. Si vas cylindricum fuerit ad horizontem inclinatum, ut AD : (*fig.*65) : fundus premitur secundum directionem AD : sed gravitas secundum directionem AD est ad absolutam, ut AE ad AD (*n.* 530), ergo fundus A eodem modo premitur, ac si urgeretur a fluido ejusdem basis, sed altitudinis AF, ergo pressio in fundum est ut factum basis in altitudinem perpendiculariter.

657. Si vas fuerit EBF (*fig.*66), jam in fundum premit sola columna AGIC ; reliquæ enim fluidi portiones ab inclinatis vasis lateribus sustinentur, ergo fundus premitur, perinde ac si foret vas cylindricum AGIC : ergo pressio erit ut factum ex fundo in altitudinem. Alia ratio; si vasis capacitas EF sit decies major capacitate AC, quo tempore fluidum in devergente descenderet per 1 pollicem, in cylindro descendet per 10 pollices, ergo celeritates initiales in utroque vase sunt reciproce ut fluidorum massæ, adeoque pressiones sunt æquales (*n.* 291).

658. Tandem si vas fuerit conicum EGOD (*fig.* 67) perinde urgebitur fundus, ac si vas foret cylindricum EFMD. Imo apice coni ad quamcumque altitudinem ope tubi GB producto, æqualis erit pressio in fundum, ac si vas fuerit cylindricum EACD. Hujus paradoxi hydrostatici, cujus veritatem innumera confirmant experimenta, sequentem adducunt rationem physici: columna fluidi sublimior BOZ basi immediate insistens tota sua gravitate elevare nititur breviores ZI, IN, PD, unde breviores istæ columnæ tanta vi urgent vasis parietes OD, GE, quanta est vis columnæ longioris BZ. Et certe, si in aliquo inclinati lateris puncto, puta in I, foramen aperiretur, ascenderet aqua usque ad altitudinem BC in vacuo : sed vasis latera

K 2 pari

pari vi reagunt in breviores columnas, easque urgent versus fundum, ergo fundus perinde premitur, ac si vas foret cylindricum EAGD, ergo etiam in vase conico pressio fluidi in fundum est factum ex fundo in altitudinem. Alia ratio: si capacitas vasis cylindrici AG sit decies major capacitate GO conici vasis, quo tempore fluidum in cylindrico vase descendet per unum pollicem, in conico descendet per 10, ergo celeritates sunt reciproce ut massæ, adeoque sunt æquales (*n.* 291).

659. Quæ hactenus diximus, experientia magis, quam physica ratio edocuit. Nam si vas AECD (*fig.* 68) habet fundum A mobilem CD, cui catenula alligetur, quæ pendeat a bilancis brachio KL, ex alio vero brachio pendeat æquipondium, experientia notum est in vasis cujuscumque figuræ, ejusdem tamen basis, & altitudinis perpendicularis, tantum ponderis opus esse ad fundum elevandum, cum vasa sunt plena, perinde ac si vasa forent cylindrica ejusdem basis, & altitudinis.

660. *Corol.* Ubi comparentur fluidorum homogeneorum pressiones in vasorum fundos, facile erit ex dictis elicere sequentes leges: *I, Datis fundis æqualibus pressiones homogeneorum liquorum erunt ut altitudines: II, Si altitudines fuerint æquales, pressiones erunt ut fundi. III, Si altitudines, & fundi fuerint inæquales, pressiones erunt ut facta ex altitudinibus, & fundis; sive in ratione composita basium, & altitudinum (Geom. n.* 193 *).*

Satisfit Objectis.

661. Opp. 1 Gravitas, ac consequenter pressio a gravitate proficiscens est quantitati materiæ proportionalis (*num.* 482): atqui major est quantitas materiæ in vase cylindrico, quam in conico ejusdem basis, & altitudinis, est enim conus tertia pars cylindri ejusdem basis, & altitudi-

tudinis (*Geom. num.* 270), ergo nequit esse in utroque eadem contra fundum pressio. Et certe, si bilanci utrumque vas imponatur, descendet cylindricum, & conicum elevabitur.

662. R. Actio fluidi ab ejus pondere distingui debet: pondus est quantitati materiæ proportionale; actio vero non item, cum hæc pendeat a basibus, & altitudinibus (*n.* 655); sicuti aliud est pondus absolutum corporis in vecte suspensi: aliud actio, quam contra æquipondium exercet; primum est, ut massa corporis, altera est ut massa, & distantia a fulcro, propterea ejus actio potest esse major pondere absoluto. Pari modo, quia actio fluidi est ab ejus pressionibus in omnem partem poterit esse major gravitate absoluta, cujus vis tendit deorsum. Quia ergo positis in bilance vasis gravantur lances eorum ponderibus absolutis, non mirum si cylindricum conico prævaleat.

663. Inst. Cum vasa lancibus imponuntur, ipsæ lances gravantur a vasorum fundis, ergo si æqualis est pressio contra fundos vasis cylindrici, & conici parium basium, & altitudinum, hæc duo vasa æquilibrium in bilance obtinebunt.

664. R. Tota fluidi actio contra fundum vasis patitur ab ipso fundo contrariam, & æqualem reactionem, unde inter utramque facto æquilibrio lanx, cui imponitur vas, nonnisi absolutum fluidi, ac vasis pondus sustinet. Concipe in capsula clausum elaterem, cujus tanta sit vis, ut se relaxando pondus librarum 100 valeat attollere: capsulæ fundus, & operculum totam clausi elateris vim sustinebunt: quia tamen renituntur contraria reactione, idcirco si capsulam lanci imposueris, nonisi ejus absolutum pondus paucarum librarum persenties. Idipsum dicas de pressionibus fluidorum in fundos vasorum, cujus quidem phænomeni ratio est, quia pressio columnarum fluidi contra latera nequit sursum urgere latera, quin pari vi sursum urgeat fundum lateribus conjunctum; hinc tantum pressio

isth-

isthæc sursum demit lanci, quantum addit pressionis in fundo reactio.

665. Inst. Nulla est physica ratio, cur in vasis convergentis fundum eadem esse debeat fluidi pressio, quæ in fundum vasis cylindrici ejusdem basis, & altitudinis: nam ratio a nobis assignata (n. 658) multiplici ex capite laborat falsitate. Siquidem primo: non intelligitur, quid sit hæc reactio laterum, quæ contrariam vim brevioribus columnis fluidi debeat communicare; sicuti enim, si corpus molle in simile immobile planum incidat, vim quidem suam amittit, non tamen contrariam vim recipit, ita breviores columnæ a longiori elevatæ motum quidem suum amittent ob reactionem laterum, non tamen vim contrariam aquirent. Quod si dicamus hanc contrariam vim ipsis communicari a laterum elasticitate; ut reactio esset actioni æqualis opus foret & fluida, & vasis latera essent perfecte elastica, quod numquam eveniet. Secundo: reactio laterum est fluido obliqua, ergo facta resolutione non auget in fundum nisi vi perpendiculari (n. 366), quæ est minor longitudine columnarum vasis cylindrici paris cum conico altitudinis. Tertio: columnæ breviores gravitatem habent, unde aliquo modo resistunt columnæ longiori nitenti ipsas elevare, adeoque non agent in latera tota vi columnæ longioris (n. 344). Tandem columna longior non potest elevare breviores, nisi tota pressione suæ gravitatis: at hæc vis est multo minor columna æqualis altitudinis habente pro basi totum vasis fundum, ergo columnæ breviores non attolluntur vi proportionali cylindro ejusdem basis, & altitudinis cum vase, ergo non aquirent a laterum reactione pressionem æqualem columnæ fluidi paris cum vase altitudinis, & basis.

666. R. 1. hæc paradoxa hydrostatica niti potius certissimis experimentis, quam physicæ rationi; quare eorum veritatem tuemur docente experientia, quam quibusdam tantummodo con-

jecturis

jecturis a clarissimis physicis allatis confirmamus: fatemur tamen eas probabilitatis vix limen attingere, adeo ut, prætermissis experimentis, res admodum dubia reddatur.

667. R. directe ad singula. Ad 1 reactio laterum non est pura motus extinctio, sed æqualis contraria vis columnis ipsa prementibus communicata. Patet id ex tertia lege nevvtoniana (*n.* 347), in cujus explicatione ostendimus ex Nevvtono cuilibet actioni contrariam, & æqualem reactionis vim respondere (*n.* 347). Hinc si manibus parietem urgeas, contrariam vim patieris, quam sustinere non poteris, nisi firmi corporis fulclmento pedibus innitaris. In corpore autem molli impingente in immobile simile obstaculum utique motus, ac vis in contrarium cessat ob æqualem, & contrariam obicis reactionem, unde nequit corpus in contrariam partem moveri, alias reactio actionem superaret: paritas ergo nobis suffragatur. Quia vero corpus post ictum ab obice separatur, hinc ejus actio, ac consequenter obicis reactio non est continua, sicuti in fluido inclinata vasis latera continenter urgente.

668. Ad alterum. Reactio laterum est prorsus æqualis, & contraria actioni columnarum breviorum ex nevvtoniano axiomate (*n.* 346), ergo nequit esse minor. Revera concipe totam lateris reactionem esse obliquam DO (*fig.* 67), resolvetur in duas MD, MO, unde portio reactionis contra fundum erit ut altitudo MD, sive ut altitudo longioris columnæ GOZO, ac basis ZD fluidi contra latus OD agentis. Quod si longior columna crescat, ut fiat BOZ, reactio erit ut altitudo DC, quia actio columnarum breviorum crescit in ratione altitudinis BQZ, ac consequenter reactio in eadem ratione augeri debet. Non obstat aliqua lateris inclinatio: cum enim latus inclinatum, utpote hypothenusa opposita recto angulo M, sit semper majus quolibet laterum OM, MD (*Geom.* *n.* 67), fa-

cta resolutione, reactio lateris in fundum perpendicularis est, ut altitudo catheti ad basim normalis, adeoque, ut altitudo columnarum longiorum; uno verbo: in vase cylindrico pressiones in fundum distribuuntur per guttas fundo perpendiculares, in vase autem convergente distribuuntur per guttas, quæ adhærent lateri inclinato, adeoque per guttas numero majores, cum latus inclinatum sit majus fundo; hinc hæ pressiones, licet minores, quia oblique agentes, evadunt æquales majoribus pressionibus vasis cylindrici per guttas numero minores distributis.

669. Ad 3. Quia gravitas breviorum columnarum in fundum conspirat cum reactione lateris, iam quantum subducendum est e pressione columnæ longioris nitentis elevare breviores ob breviorum contrariam gravitatis vim, tantumdem addi debet reactioni laterum in fundum, unde fit, ut totalis laterum reactio non minuatur ex hoc capite.

670. Ad 4. Actio longioris columnæ in breviores est effectus totalis sui momenti: momentum autem nedum a massa, eique proportionali gravitate desumendum est, sed & a corporis celeritate (n. 289). jam vero celeritates, ubi tempora æqualia sint, sequuntur directam spatiorum rationem (n. 281). Cum itaque, ubi vas est angustius, multo majus spatium percurret fluidum descendendo, quam in latiori vasis capacitate absolvat idem fluidum ascendendo pari tempore (n. 658); iam velocitas initialis fluidi columnæ longioris erit multo maior, quam velocitas initialis columnarum breviorum, ergo eius momentum erit majus sua massa, vel gravitate. Non ergo mirum, si longior columna breviores maiori nisu premat, quam ejus gravitas exigat.

671. Opp. 2. Si in vase divergente pressio in fundum est ut productum basis in altitudinem; quia sola portio fluidi cylindrica AGIG (fig. 66) in fundum agat, iam aperto in fundo lumine,

ne, sola prosiliet imminens fundo cylindrica portio fluidi, reliquiæ vero in vase remanebunt a lateribus sustentatæ, quod falsum est. Deinde columnæ ad cylindricam laterales ideo sustinentur a vasis lateribus, nec contra fundum agunt, quia ipsis media cylindrica columna impedit, ne in fundum descendant: ergo columna principalis sustinet gravitates circumstantium, ergo magis aget in fundum, quam exigat ejus basis ducta in altitudinem.

672. 2. R. Ad 1. Cum fluidorum particulæ agant in omnem partem æquali vi (n. 639) hinc aperto in fundo lumine, ac descendente principali columna, aliæ circumstantes amisso æquilibrio descendunt in spatium a columna mota relictum, sicque totum vas tandem depletur.

673. Ad 2. Pressio, quam circumstantes columnæ in mediam exercent, est pressio lateralis, sive horizonti parallela, cum pressio perpendicularis contra inclinata latera innitatur, proinde principalis columna æquali directione reagens, non auget pressionem perpendicularem contra fundum.

674. Opp. tertio. Fluidorum pressio in fundo vasorum debet determinari ex vi, & celeritate, qua, aperto in fundis lumine, fluida prosiliunt. At hac methodo falsum ostenditur pressiones esse ut altitudines; nam celeritates fluidorum exeuntium sunt ut radices altitudinum, ubi cætera sunt paria, unde ex altitudine quadrupla descendit liquor, non quadrupla, sed dupla celeritate, ergo &c.

675. R. nego min. Etenim in fluidis massæ sunt ut celeritates; hinc fit, ut in vasorum depletione, effectus pressionum altitudinibus respondeant. Nam si celeritas est ut radix altitudinis, etiam massa fluidi pari tempore exiens e lumine est ut radix altitudinis, propterea vires fluidi prosilientis, quæ ex massa, & velocitate æstimandæ sunt (n. 292), sunt ut ipsæ pressiones, sive altitudines. Igitur data altitudine

 vasis

vasis quadrupla, erit dupla fluidi velocitas, erit dupla fluidi massa, hinc effectus erit quadruplus, nempe ut ipsa caussa, seu pressio altitudini respondens.

ARTICULUS II.

De fluidorum æquilibrio.

PROPOSITIO I. *Si in duobus tubis communicantibus fluida homogenea eamdem habuerint altitudinem, quiescent in æquilibrio, quæcumque fuerint tuborum amplitudo, & inclinatio.*

676. *Probatur*. Vel tubi communicantes sunt verticales, & æqualis diametri, ut tubi AE (*fig.* 69), vel verticales quidem ambo sunt, unus tamen alio latior uti HB (*fig.* 70): vel unus verticalis est, alter inclinatus, æqualis tamen uterque diametri, veluti SQ (*fig.* 71): vel tandem uterque est inclinatus, ut AD (*fig.* 71). In quocumque ex hisce quatuor casibus homogenea fluida æquilibrium obtinere, cum æqualem habent in utroque crure altitudinem, descendit ex supra dictis (*n.* 655). Nam æquilibrium habetur inter duo corpora, cum pressiones sunt hinc inde æquales: sed pressiones liquorum sunt ut bases, & altitudines conjunctim: in quatuor autem dictis casibus altitudines, ex hypothesi, æquales sunt, bases etiam, quarum vices gerit punctum G (*fig.*69) æqualiter distans a suprema superficie liquoris in utroque tubo contenti, sunt æquales, ergo pressiones erunt æquales, ac consequenter æquilibrium habebitur.

677. Sed accuratius id demonstrabitur respectu tubi amplioris, vel inclinati hac ratione. Si tubus H quadruplo latior supponatur crure B (*fig.* 70), jam non poterit liquor in latiori tubo per unum pollicem descendere, quin pari tempore in altero crure ascendat per altitudinem 4 digitorum. Cum ergo celeritates sint ut spatia (*n.* 281), jam celeritates fluidorum H, &

I sunt

I sunt inversæ, ut eorumdem quantitates, ergo stare debent in æquilibrio, cum momenta exurgant hinc inde æqualia (*n.*291). Si vero tubus fuerit inclinatus SR (*fig.* 70), ejus vis respectiva est altitudo TZ (*n.*530), adeoque æqualis gravitatis absolutæ fluidi VR, ac consequenter dabitur inter hæc fluida æquilibrium.

678. *Coroll.* Quoniam fluidum quodcumque concipi potest divisum in æquales diametri columnas, propterea fluidum quodcumque homogeneum in vase positum superficiem acquirit horizonti parallelam, quia nempe singulæ columnæ ad eamdem altitudinem ascendunt, ut in æquilibrio quiescant. Hinc patet totam aquæ massam, posita sphærica telluris figura, obtinere superficiem sphæricam, cum ejus columnæ omnes servare debeant eamdem a telluris centro, in quod gravitant, distantiam, sive altitudinem, ut æquilibrium obtineant.

679. Dices. Si accipiantur duo tubi communicantes inæqualis diametri, tum angustioris cruris orificium digito occludatur, interim per latiorem aqua infundatur, sublato postea digito altius ascendit aqua in tubo angustiori, quam in latiori, ut refert Mariotus. Secundo major est quantitas liquoris in tubo latiori, quam in altero, ergo non stabunt in æquilibrio, sicuti æquilibrium amitterent, si bilanci tubi separatim imponerentur.

680. R. Ad 1. Non diffitemur aquam per tubum ampliorem immissam, sublato digito, quo angustior tubus occludebatur, altius ascendere per ipsum angustiorem tubum: sed id fit ob velocitatem ab aqua acquisitam inter descendendum in latiori tubo, qua quidem extincta rursus descendit aqua in tubo arctiori ad libellam cum aqua tubi latioris, ut docet experientia.

681. Ad 2. Cum dicimus aquam in latiori tubo contentam æquilibrium facere cum aqua tubi angustioris, non est intelligendum, quasi fluidum amplioris tubi tota sua gravitate applicetur fluido alterius cruris; tunc enim æqui-

librium tolleretur, perinde ac in bilance inæqualibus ponderibus gravata. Consideramus itaque singula fluidi elementa agentia in singula alterius cruris, quæ æqualia hinc inde sunt ob æquales bases, & altitudines. Deinde fluidum tubi angustioris habet celeritatem reciprocam cum massa amplioris fluidi, unde, etsi totum majus fluidum agat in aliud, adhuc stabit æquilibrium (*n.* 677).

PROPOSITIO II. *In tubis communicantibus quibuscumque fluida heterogenea æquilibrium obtinent, si altitudines habeant reciprocas cum gravitatibus specificis.*

682. *Probatur*. In tubis communicantibus fluida homogenea, ubi altitudines pares sint, æquilibrium obtinent, quia pressiones sunt utrobique æquales (*n.* 676): at ubi fluida heterogenea sint, unum nempe densius, aliud rarius, non habebunt æquales pressiones, sub paribus altitudinibus; minus enim premet rarius fluidum, quam densius (*n.* 456). Igitur necesse est fluidum rarius eousque augeatur volumine, quousque æqualem pressionem cum altero exerceat, sive æqualem cum altero fluido massam obtineat; sed in corporibus diversæ densitatis massæ æquales sunt, si volumina habuerint cum densitatibus reciproca (*n.* 127), ergo fluidum rarius quiescet cum densiori in æquilibrio, ubi altitudines fuerint reciprocæ ut densitates, sive ut gravitates specificæ (*n.* 291). Sic quia gravitas specifica mercurii ad aquam est ut 14 ad 1, si mercurii altitudo in uno crure sit unius pollicis, aquæ autem in altero sit pollicum 14, habebitur æquilibrium; revera enim tantum ponderat unius mercurii digitus quantum 14 aquæ.

683. *Corollarium I.* Si terræ figura dicatur elevata sub æquatore, & depressa sub polis, tota aquæ massa terram circumambiens erit quoque elevata sub polis, & depressa sub æquatore: nam columnæ aquæ erunt graviores sub polis, &

& leviores sub æquatore (n. 555); ergo sub æquatore magis elevabuntur, ut cum columnis polaribus æquilibrium obtineant (n. 682).

684. *Corollarium II.* Patet modus inveniendi quorumcumque liquorum densitates. Si inter liquores notabile sit gravitatis discrimen, quo casu unum alteri misceri nequit, infundatur liquor specifice gravior per tubum AC (*fig.* 69), alius per tubum ED, cum æquilibrati quiescunt, notentur eorum altitudines (n. 682). Si vero diversitas densitatis inter liquores exigua fuerit, adeout misceri facile possint, tubus horizontalis CD mercurio prius repleatur, deinde liquores infundantur.

685. „ Scholion. Ab hisce legibus excipiendi „ sunt tubi capillares; exigui nempe vitrei ca- „ naliculi; in quibus liquores statutas leges „ minime servant, quorum phænomena oppor- „ tunius alibi exponemus.

686. Dices. In barometro mercurius suspenditur tamquam in tubo communicante, cujus unum crus, nempe ampulla premitur ab aere; sed eadem perseverat suspensi mercurii altitudo etiam in clauso cubiculo, ubi certe aer non obtinet altitudinem reciprocam cum mercurii gravitate specifica, ergo &c. Secundo: si liquoribus heterogeneis æquilibrium obtinentibus in tubis communicantibus, puta mercurio, & aqua superinfundatur æqualis portio alterius liquoris, puta olei, adhuc perseverabit æquilibrium, & tamen cessat proportio; nam si proportionalibus quantitatibus partes æquales addas, tollitur proportio, ergo &c. Tertio: si e duobus heterogeneis liquoribus æquilibrium servantibus, ducto diaphragmate in tubo horizontali, auferantur hinc inde æquales quantitates, stabit æquilibrium, nec tamen stat proportio reciproca altitudinum cum gravitatibus specificis: nam ablatæ a quantitatibus proportionalibus æquales partes tollunt proportionem, ergo &c. Tandem, si in tubis ABCD (*fig.* 72) tubus AB haberet basim duplo latiorem alterius basis, ac continenter fluidum duplo

duplo gravius altero, ex prajacta propositione fluidum levius obtinebit altitudinem duplam, & tamen pressio liquoris ponderosioris est quadrupla cum sit & duplo gravior altero, & duplam basim habeat, cui pressio proportionalis est (*n.* 660).

687. R. ad 1. In clauso cubiculo deficere quidem in aerea columna mercurium barometri sustinent altitudinem necessariam ad faciendum æquilibrium: ac remanet tamen in ipsa aliquid vices gerens altitudinis, compressio nempe eadem haberet sub diu, vi cujus, utpote elastica ne comprimatur resistit descendenti mercurio, perinde, ac si in aperto fieret experimentum. Quare non eodem modo de aere loquendum est, ac de ceteris liquoribus, cum aer insigni polleat elastica vi, non sic autem cæteri liquores. Verum de hoc phænomeno clarius alibi.

688. Ad 2. Ex stabilita propositione circa heterogeneorum liquorum æquilibrium, illud clare sequitur: æquilibrium inter heterogeneos liquores haberi, quando plures, quam duo, sunt liquores in tubis communicantibus, si altitudines fuerint reciproce ut summæ gravitatum specificarum, tunc enim æqualis est hinc inde actio, & reactio, quæ caussæ sunt æquilibrii, cum altitudines sunt reciproce ut specificarum gravitatum summæ. Si igitur duobus heterogeneis liquoribus in æquilibrio constitutis superinfundatur æqualis portio tertii cujusdam liquoris, vel summæ gravitatum specificarum fiunt reciproce ut altitudines & stabit æquilibrium: vel hæc proportio non habetur & æquilibrium turbabitur. Rem clarius illustrabimus: sint in æquilibrio duo heterogenei liquores, quorum specificæ gravitates sint ut 5 : 9, adeoque altitudines ut 9 : 3, his addatur unus pollex tertii liquoris habentis specificam gravitatem ut 1; summæ gravitatum specificarum erunt 4 : 10, altitudines autem ut 10 : 4, adeoque stabit æquilibrium. At si tertii liquoris specifica gravitas fuerit ut 2, erit summa gravitatum specifi-

cificarum ut 5 : 11, altitudines autem ut 10 : 4, unde perturbabitur æquilibrium.

689. Ad 3. In hypothesi tollitur æquilibrium; nam ablatis in tubo horizontali æqualibus portionibus utriusque heterogenei fluidi, plus aufertur ponderis e fluido densiori, quam e rariori; hinc permutatis pressionibus necesse est turbetur æquilibrium, quousque per novas altitudines cum pressionibus reciprocas novum æquilibrium redeat.

690. Ad 4. Totus liquor tubi latioris non agit in liquorem tubi angustioris: sed tantummodo columna hujus basi respondens: reliquum enim fluidi a parietibus tubi, & basis sustinetur, hinc æquales sunt utrobique bases, consequenter altitudines servabunt tantummodo rationem densitatum reciprocam.

ARTICULUS III.

De Fluidorum actione in solida.

PROPOSITIO I. *Si in quocunque fluido duæ concipiuntur columnæ æqualis voluminis, sed inæqualis ponderis, descendet gravior, levioremque attollet*.

691. *Probatur*. Liquor graviori columnæ subjectus magis premitur verticaliter, nempe a graviori superincumbente columna, quam prematur ad latera, scilicet a levioribus; ergo graviori columnæ subjectus liquor ad latera cedet, dabitque locum graviori columnæ descendenti, & leviores sursum protrudet.

692. *Corollarium I.* Columna levior tanta vi ascendet, quantus est excessus ponderis in graviori columna supra leviorem: nam gravior columna suo descensu obstaculum offendit in ratione gravitatis minoris columnæ, ergo, elisis contrariis, & æqualibus viribus, columna gravior descendet, ac elevabit minorem vi suo excessui proportionali (*n.* 344 (.

694.

693. *Coroll. II.* Cum solidum fluido immersum expellat e loco, quem occupat, volumen fluidi sibi æquale. hinc si solidum immersum fluido fuerit specifice gravius, descendet vi æquali differentiæ gravitatum specificarum. Nam columna ex solido, & fluido compacta tanto est reliquis ejusdem fluidi columnis gravior, quantus est excessus gravitatis specificæ in solido supra fluidum; ergo vi huic excessui æquali descendet una cum solido (*n.* 692). Erit ergo respectiva gravitas solidi ponderosioris fluido immersi æqualis excessui gravitatum specificarum, proinde solidum tantum amittet ponderis, quantum est pondus æqualis fluidi voluminis.

694. *Coroll. III.* Ex adverso si solidum specifice levius fluido immergatur, ascendet per fluidum tanta vi, quantum ejus gravitas deficit a gravitate æqualis fluidi voluminis.

695. *Coroll. IV.* Solidum ejusdem cum fluido specificæ gravitatis in quocunque fluidi loco ponatur, quiescet: stat enim æquilibrium inter omnes columnas ob æqualem ipsarum pressionem.

696. *Coroll. V.* Si solidum specifice levius fluido superponatur, faciet foveam, quæ tantum fluidi contineat, quantum requiritur ad ipsius solidi pondus æquandum. Nam columna, cui supernatat solidum, nequit habere cum lateralibus eandem gravitatem, ut cum ipsis stet in æquilibrio, nisi tantum amiserit fluidi, quantum est pondus immersi solidi, adeoque solidum foveam efficiet, quæ tantum fluidi contineat, quantum requiritur ad ipsius solidi pondus æquandum.

697. *Coroll. VI.* Patet error Aristotelis, & Scholasticorum, qui putarunt liquida non gravitare in elemento proprio, idest aquam in aquam, aerem in aerem non gravitare; eo quia observarunt scitulam in aqua immersam nulla ferme vi sursum attolli, quousque intra aquam

ver-

versatur, nascentes herbas in stagnorum fundis erecta, absque eo quod superincumbente aqua deprimantur: urinatores profunde in aqua demersos pondus aquæ non sustinere. Hæc enim omnia non a liquorum in elemento proprio levitate oriuntur, sed ab æquilibrii legibus inter fluida, & solida nunc exposita.

PROBLEMA I. *Determinare justa pondera navibus imponenda quin immergantur.*

698. *Resolutio.* Navis justo onere gravata ea censetur, cujus tota carina sub undis latet. Itaque navis penitus exonerata aquis innatet, observetur pars carinæ extans super aquam, atque per accuratam mensuram inveniatur quot cubicos aquæ pedes superextantis carinæ capacitas continere possit: numerus istorum pedum multiplicetur per 70, vel, ut aliis placet, per 72 (tot enim librarum æstimatur unus pes cubicus aquæ) productum dabit pondus mercium quibus navis justo onere gravanda est.

PROBLEMA II. *Fluidorum specificum pondus explorare.*

699. *Resolutio.* Idem solidum diversis liquidis successive immittatur; tum notetur pondus, quod a solido in immersione amittitur, hoc dabit specificum fluidi pondus.

700. *Coroll.* Potest enim pari modo explorari diverse specifica gravitas solidorum. Si nempe eidem fluido immergantur successive diversa solida æqualis voluminis, atque pondus, quod amittunt, notetur: proportio enim ponderum amissorum demonstrabit quantum solida sint fluido graviora (*n.* 693): nempe si unum solidum quartam sui ponderis partem amittet, erit quadruplo gravius fluido, si tertiam, erit triplo gravius fluido; unde primi gravitas ad secundi gravitatem erit ut 4 : 3.

701. *Scholion.* *Ut fluidorum specifica pondera innotescant, utuntur hydrostatici* Hydrometra

vel

vel Areometro, *tubo nempe tenui vitreo in plures gradus distincto superne clauso hermetice, inferius autem uno, vel duobus communicantibus vitreis globulis instructo, in quorum infimo grana claudantur plumbi, vel portio mercurii, ut in immersione hydrometrum stet erectum. Quo fluidum est rarius, magis descendit hydrometrum.*

PROBLEMA III. *Invenire utrum partes fluidi superiores comprimant inferiores.*

702. *Resolutio*. Idem solidum filo suspensum in diversis fluidi altitudinibus immergatur. Notetur pondus a solido amissum in variis profunditatibus: si pondus amissum ubique sit idem, evidens est fluidum ubique eandem habere densitatem, ac consequenter partes inferiores a superioribus non comprimi, comprimerentur autem si amissum a solido pondus esset majus in majori profunditate, quam in minori (*n.* 693).

703. „ Scholion P. Franciscus de Lanis in „ vase altitudinis duorum pedum aqua repleto „ immersit globum vitreum, qui aquæ pondus „ 18 granis excedebat. Ad infimam aquæ profunditatem eundem globum ex crine equino „ pendulum demisit, observavitque grani semissem ulterius amisisse quod decrementum „ cum equino crini tunc prorsus aquæ immerso adscribi debeat (grani enim semissi extra aquam æquiponderabat), patet aquam „ inferiorem a superiore non comprimi. Non „ inde tamen inferas pro Scholasticis liquida „ non gravitare in elemento proprio (*n.* 697): „ nam primo experimentum in minima altitudine factum fuit. Deinde id probaret ad summum, aquam esse compressionis incapacem, „ si enim aer inferior a superiori comprimitur, propterea quod compressionis est capax, cur idem non contingeret in aqua nisi „ majori vi compressioni resisteret? “

PROBLEMA IV. *Metalla adulterata distinguere a genuinis.*

704. *Resolutio*. Metalli genuini specificum pondus ope immersionis exploretur (*n.* 700). Metallum

lum dubium in pari volumine eidem fluido immergatur: si dubii metalli specificum pondus deficiat a pondere genuini metalli, indicium est eum non esse genuinum. Quod quidem hydrostaticum examen locum habet, ubi adulteratum metallum ex duorum tantummodo mixtione consurgat: nam si tria, vel etiam plura miscerentur, posset idem pondus cum genuino metallo haberi sub eodem volumine, ut ostendit Wolphius (*Elem. Hydrost. cap.* 3).

Explicantur nonnulla phænomena traditæ hactenus doctrinæ in speciem contraria.

705. *Phænomenon I.* Si cylindro cavo ex utraque parte aperto applicetur in inferiori parte lamina plumbea habens diametrum aliquando majorem cylindri diametro, crassitiem vero æqualem quartæ parti unius pollicis, atque hæc lamina filo sustineatur conjuncta cylindro, donec ad trium circiter pollicum profunditatem immergatur in aqua, testatur Gravessandus se expertum fuisse laminam in tali profunditate sursum urgere cylindrum. Si vero ad minorem profunditatem fuerit immersa, lamina descendet.

706. *Resolutio.* Lamina plumbea in hypothesi æqualis est ponderis cum tribus aquæ pollicibus; nam gravitas specifica aquæ ad specificam plumbi gravitatem est ut 1 : 12, sed tres aquæ pollices continet $\frac{12}{4}$ pollicis, ergo absolutum pondus trium aquæ pollicum æquale est ponderis $\frac{1}{4}$ pollicis plumbi, quæ est laminæ crassities. Ubi igitur lamina cum aperto cylindro ad profunditatem trium aquæ pollicum immergatur, inferior laminæ aqua, quæ prius tres aquæ pollices sustinebat, sustinebit & laminam: si infra tres pollices immergatur, protrudetur sursum, quia subjecta aqua plusquam tres aquæ pollices sustinere valet, adeoque ejus pressio sursum est major gravitate laminæ. Si vero ad minorem, quam trium pollicum pro-

fun-

funditatem immergatur, abscisso filo descendat, quia subjecta aqua, quæ sustinere valet minus tribus aquæ pollicibus, non potest æquilibrari cum lamina tribus aquæ pollicibus æquiponderante. Itaque phænomeni ratio ex eo pendet, quod lamina ob imminens cylindrum, cujus inferiori orificio conjuncta est, non circumdatur undique fluido, sicuti exigunt hydrostatices principia, ut absolute descendat. Si tamen idem experimentum cum pari lamina aurea caperetur, deberet ad multo majorem profunditatem aquæ immergi, ut ab ipsa posset sustineri, ut notat idem Gravessandus, quia nempe cum specifica aquæ gravitas sit ad auri specificam gravitatem ut 1 : 19, deberet aquæ columna 18. vicibus superare laminæ crassitiem sua altitudine, ut cum ipsa æquilibrium obtineret.

707. *Phæn. II.* Si in aqua immergas quosdam homunculos ex tenui vitro intus excavato confectos, in quorum utroque pede exiguum foramen habeatur, videbis primo eos aquæ innatare, nec omnes demergi. Si aqua in vitreo vase sit clausa, cujus orificium vesica tegatur, & vesicam digito comprimas; aspicis homunculos ad aliquam profunditatem descendere, ad priorem altitudinem ascendere, ubi digitum removeas. *Expl* Descripti homunculi primo aquæ innatant, quia sunt ipsa paullo leviores. Dum digito vesica premitur, aqua etiam premitur, unde guttæ aquæ pedum foramina ingredientes aerem ibi hospitantem expellunt; propterea graviores facti homunculi descendunt; ablato digito, ac cessante aquæ compressione, contentus aer expandens aquam trudit e pedum foraminibus, hinc leviores facti homunculi ascendunt.

709. *Phæn. III.* Cum Victorius Franciscus Stancarius aerem extraheret a pneumatico recipiente, in quo ovum in vase aqua pleno recondebatur, observavit ovum circumdatum aeris bullulis fundum vasis relinquere, ac in aquæ superficie innatare, inde ad fundum prolapsum fuit.

fuit, unde iterum ascendit, atque reciprocus ovi ascensus & descensus pluries accidit, cum hoc solum discrimine, quod prima vice aliquo tempore ovum aquæ innatavit, deinceps vero inter ascensum, ac descensum nulla temporis mora fuit interjecta.

710. *Expl.* In ovum, cujus specifica gravitas aquæ gravitatem vix superat, inter experiendum aer inciderat, inde effectum fuit, ut aereæ bullulæ ipsi superficiei adhærescentes una cum ovo volumen effecerint aqua specifice levius, quod proinde debuit ab aqua attolli (*numero* 691). Quoniam autem velocitas in ascensu acquisita maximam ovi partem supra aquæ superficiem elevabat, bullularum pars aeri exposita frangebatur, hinc ovum aqua gravius descendebat ad fundum, donec novæ adhærentes bullulæ ipsum elevarent. Prima tamen vice per aliquod tempus aquæ innatavit, quia bullulæ, quæ primum ovi ascensum promoverunt, bullulas subsequentes magnitudine superabant.

711. *Phæn. IV.* Globus cereus aquæ frigidæ insidet, si aqua calefiat, paullulum immergitur si aquæ calor augeatur, iterum attollitur.

712. *Expl.* Globus cereus est frigida aqua specifice levior, unde ipsi debet innatare, aqua ope ignis fit rarior, unde ipsa incalescente globus paullulum immergitur; aucto nimium calore cera in majus expanditur volumen, hinc levior rursus facta ascendit.

713. *Phæn.* Homo in aquam cadens immergitur, postea per aquam ascendit, qui reciprocus motus ter, quaterque iteratur, donec suffocatus ad fundum labitur, ubi cadaver per aliquot dies quiescit, ac demum ascendens super aquam ad instar suberis natat.

714. *Expl.* Homines natandi imperiti in aqua demerguntur primo ob casum, quo impetum, ac majorem descendendi vim concipiunt: secundo ob inordinatam, & imperitam manuum

ac

ac pedum librationem, quæ auget præcipitium. Quia vero humanum corpus est aqua superficie levius, licet differentia sit admodum exigua, postquam sub aqua immersum fuit, ascendere debet, ac ratione præconcepti impetus altius ascendere, quam ejus levitas postulet; atque ita ascensus, & descensus reciprocus motus iteratur. Verum cum in homine natandi imperito aqua per nares, & os ingrediatur, condensatur aer in pulmonibus hospitans, imo & aliqua aeris pars e pulmonibus expellitur, quo fit, ut humanum corpus aqua fiat superficie gravius, & instar saxi ad fundum labatur. Tandem post aliquot dies aut in thorace inclusus superat vim fibrarum, quæ jam putrefieri cœperunt, & vasorum humores fermentescentes in caussa sunt, cur corpus intumescat, & levius aqua factum ad superiora ascendat, ibique instar suberis natet. Si vero rationem quæras cur bruta ex solo naturali instinctu multo facilius natent, quam homines? Respondet Nolletus; homines caput habere cerebro plenum, ideoque gravissimum relate ad corpus: propterea fit, ut in homine natandi imperito caput statim immergatur, & suffocatio sequatur. At in brutis relate ad corpus caput est multo levius, eo quod canalibus instruatur solo aere plenis, quod ex se aquis imminet; hinc bruta subjectas aquas pedibus calcantia, ab iisdem veluti fulcris sustinentur & spontaneo motu gradiuntur.

715. Simili modo explicatur, cur ligna plurima aquæ per aliquot dies innatent, postea ad fundum descendant: nempe aqua paullatim ligni prius vacuos, vel aere repletos poros ingreditur, unde ex ingressa aqua, & ligno fit volumen aqoa superficie gravius, quod propterea descendere debet. Aqua vero congelata, dilatætur ab intrusis particulis salinis, unde fit volumen soluta aqua superficie levius, ut alibi dicetur: hinc solutæ aquæ innatat.

716. *Phæn. VI.* Pisces aqua graviores, per ipsam

ipsam tamen sursum ac deorsum libere feruntur. Aves aere longe graviores quo volunt volant, & aliquando immotis alis per aerem ascendunt.

717. *Expl.* Pisces in ventre duplicem gestant folliculum aere plenum, quem pro libito dilatant, vel constringunt. Cum constringunt, condensatur inclusus aer: atque ad minus volumen eorum corpus contrahitur, quod propterea aqua superficie gravius evadens descendit. Cum folliculum dilatant, rarefit aer, atque auctum piscis volumen fit aqua superficie levius, consequenter per ipsam ascendit. Tandem, cum aer in folliculo clausus certum quemdam obtinet statum veluti medium inter summam condensationem, & summam rarefactionem, fiunt pisces ejusdem cum aqua specificæ gravitatis, hinc in quocumque fluminis loco quiescunt. Id confirmat Borellus duplici Observatione. Primo: Ostreæ, & Conchilia, aliique pisces hujuscemodi folliculis destituti nunquam per aquam ascendunt, nisi a fluctibus jactati, sed in fluminis fundo degunt. Secundo: cum cuidam pisci vexica in pneumatico recipiente fuisset disrupta, integrum vixit mensem, nec unquam per aquam ascendit, sed semper in piscinæ fundo serpentium more gradiebatur.

718. Avium volatus ita a Borello explicatur. Prius aves saltu e terra sese extollunt, tum alis horizontaliter explicatis inferiorem aerem percutiunt, & comprimunt, a quo ope elasticitatis sese restituente, & quidem majori vi, quam sit superni aeris resistentia, aves sursum impelluntur, atque ita replicatis aeris ictibus ad magnam altitudinem, veluti per continuatos quosdam saltus aves attolluntur. Quare si quando immotis alis aves sursum ferantur, id proficiscitur ex præconcepta velocitate, quæ nonnisi per aeris resistentiam potest successive extingui.

719. *Phæn. VII.* Aqua est aere specifice gravior,

vior, cum sit ad ipsam fere ut 1000: 1. Porro aquei vapores per aerem libere ascendunt.

720. *Expl.* Aqua, dum in vapores abit, ita dilatatur, ut spatium occupet 14000 vicibus majus antecedente; hinc aere fit levior, quod alibi clarius explicabitur.

721. *Phæn. III.* Si accipias tabulam ex ebeno, quod lignum est aqua specifice gravius, eamque siccam, & mundam levi manu supra aquæ superficiem colloces, experiundo comperies eam non descendere, sed aquæ innatare. Si autem hæc tabula vel madida fuerit, vel intra aquam immergatur, ad fundum descendet.

722. *Expl.* Dum sicca tabula supra aquæ superficiem levi manu collocatur, primo ipsa aliquantulum descendit, itaut tota jaceat sub aquæ libellam. Deinde ob tabulæ asperitates circumfusa aqua ita circum ipsius tabulæ oras suspensa manet, ut quosdam veluti aggeres efformet sensibiliter altiores tabulæ superficie, hinc totum spatium a superficie tabulæ, & aquæ aggeribus comprehensum aere repletum volumen cum tota tabula efficit ejusdem specificæ gravitatis cum aqua, propterea immota consistit tabula. Cum vero tabula est madefacta, aut paullulum immergitur, prohibetur, ne circa ejus oras eleventur aquæ aggeres, propterea, utpote gravior pari aquæ volumine, descendit. Rem exemplo illustremus: si auri frustum aquæ imponas, illico descendet: at si ex eodem auro complanato vas cavum efformes, innatabit aquæ; vasis enim latera impediunt aquæ ingressum in vasis cavitatem; hinc ex vase, eique incluso eere fit volumen aqua superficie levius, quod propterea debet aquæ innatare. Simili modo de tabula ebeni loquendum. Hinc etiam intelliges, cur viridis fabæ putamen granis vacuum aquis innatet, at si internus putamini muscus abradatur, per aquam descendet; nempe a lanuginis asperitate irretitus aer volumen componit cum cortice aqua levius, at abrasa lanugi-

gine aerem expellit aqua, & putamen aqua gravius descendit.

723. *Phæn.* IX. Salis particulæ sunt aqua specifice graviores, & tamen per aquam undequaque diffunduntur. Laminæ cupreæ, bracteolæ auri subtilissimæ, acus chalibei, & alia id genus corpora aquis innatant.

724. *Expl.* Istis corporibus adhærent plures aeris particulæ, quæ eorum pondus comparative ad aquam imminuunt. Accedit inertiam, & vim cohærentem aquæ resistere, ne ejus particulæ separentur, quæ vires a minimo metallicarum laminarum pondere superari nequeunt. Eo vel magis quod, dum metalla contunduntur, & in laminas complanantur, minime eorum particulæ a contactu recedunt, unde evadunt rariora, & specifice leviora!. Tandem horum corpusculorum figura minus apta est ad dividendam aquam; inde enim fit ut pulveres metallici descendant quidem per aquam, non item vero metallicæ bracteolæ. Circa salinas particulas erit alibi opportunior dicendi locus.

725. *Phæn.* X. Si in fundo vasis lævigato polita tabula collocetur, quæ sit aqua specifice levior, tum infundatur aqua, tabula minime ascendet.

726. *Expl.* Non ascendet tabula, si fundo ita adhæreat, ut inter ipsam, & fundum aquæ intrudere se nequeat, quo casu nulla est caussa tabulam sursum attollens; at si inter fundum, & lignum circumfusa aqua ingredi possit, cum ab imminentibus columnis undique impellatur ad descensum, elevabit tabulam superficie leviorem.

ARTICULUS IV.

De fluidorum motu.

727. Definitiones. *Lumen*. vocatur apertura vasis, per quam effluit liquor. Instrumentum,

vel clavicula ad aperiendum, vel obturandum, lumen dicitur *epistomium*.

728. *Jactus* fluidi est ejusdem rivulus cum aliquo determinato motu e lumine exiliens, qui ex vario luminum situ, & directione vel est *verticalis*, vel *horizontalis*.

729. *Scholion*. *Hydraulici in suis demonstrationibus plerumque assumunt vasa cylindrica, quorum scilicet proprietates & sunt magis notæ, & demonstrationibus aptantur facilius. Hæc vasa considerantur* constanter plena, *idest ad eamdem semper altitudinem repleta*; *quandoque ponuntur* non plena, *cum nempe sensim deplentur*, *& continua liquoris fluxione evacuantur*.

730. Aqua in canali superius aperto propria gravitate fluens dicitur *Flumen*.

731. Si aqua in aperto canali fluat uniformiter, itaut in eodem loco sit semper ad eamdem altitudinem, vocatur flumen *in statu permanenti*.

732. *Sectio fluminis* est planum secans ipsum flumen perpendiculariter ad ejus fundum, & ad motus aquæ directionem.

733. *Corollar.* Cum flumen ad latera terminatur planis inter se parallelis, & ad horizontem normalibus, ejusdem fundus est planum horizontale, vel inclinatum, sectio fluminis cum tribus hisce planis angulos efficit rectos, estque parallelogrammum. Erit vero semicirculus, si fluminis alveus sit cylindrus.

734. Flumen nuncupatur *regulare*, cujus alveus uniformi materia compingitur; fundus aut horizontalis est, aut æquabiliter inclinatus; & sectiones omnes forent inter se parallelæ, similes, & æquales, si aqua haberet ubique eamdem altitudinem. *Irregulare* vero dicitur flumen in horum aliquo deficiens, cujus v. g. fundus asperitatibus interrumpitur, alveus obliquis flexibus impeditur.

735. *Altitudo viva* aquæ est quæ non retardatur in pristino cursu, imo vero ab alterius aquæ ascensu augetur. Altitudo *mortua* habetur

cum

cum aqua in quiete persistit, ut contingit in stagnis, aut in cavitatibus inæqualis fundi.

736. *Percussio* fluminis est vis fluminis in motu positi contra obstacula.

737. *Origo* fluminis est aquæ receptaculum ex quo aqua per lateralem aperturam effluens in canalem incidit.

PROPOSITIO I. *In tubis diversæ altitudinis, sed ejusdem luminis, idest, aperturæ, qui maneant constanter pleni, celeritates fluidorum pari tempore exeuntium sunt ut radices altitudinum.*

738. Veritas hujusce propositionis, quæ est unum ex præcipuis hydraulicæ fundamentis, nititur luculentissimis experimentis a Mariotto Gastelli, Torricellio, Borello, Guglielmino, Nolleto, aliisque habitis, ut proinde pro hydraulico axiomate haberi possit.

„ 739. Scholion. Caussam, unde producatur „ velocitas fluidi a vasis lumine exeuntis sub- „ duplicata altitudinis, Physici plures assignare „ tentarunt, idque ut obtinerent, in varias „ abierunt sententias, quas expositas, & con- „ futatas videas in Hydrostatica P. Antonii „ Lecchi. Duas hic indicamus præcipuas. Va- „ rignonus censuit a pressione solius columnæ „ superincumbentis produci velocitatem in flui- „ do exeunte altitudinis subduplicatam: conci- „ pe enim e vase altitudinis 4 pollicum exire „ aquam, pressio totius columnæ erit ut 2, ad- „ eoque velocitas ut 2: vis enim aquæ fluentis „ est ut productum velocitatis in massam: mas- „ sa autem sequitur rationem velocitatis, unde „ posita velocitate 2, & massa 2, vis erit ut 4, „ sive directe ut vis columnæ prementis. Hoc „ ratiocinium plures rejiciunt, quod falso sup- „ ponat aquam subjectam in motu positam pre- „ mi a superincumbente, a qua tamen aper- „ to lumine statim separatur. Nevvtonus in „ aquæ descensu per vas cylindricum putat ef- „ formari cavitatem ad instar coni habentis api- „ cem infra foramen, basim autem in suprema

„ aquæ superficie, atque hæc cavitas est celebris *cataracta newteniana*, quam videmus in „ fluidis imperfectis puta in melle, in adipe „ vix soluto, cera liquescente, in horologijs ex „ arena confectis &c. Cum igitur in hac cataracta quodlibet stratum descendat ea velocitate, qua descenderet per integram vasis altitudinem nulla alia vi, quam sua naturali „ gravitate animatum, hinc velocitatem obtinebit altitudinis subduplicatam, sicuti in solidis libere cadentibus contingit (n. 520). „ Huic opinioni objecit Manfredus istiusmodi „ experimentum: si suprema aquæ superficies „ rubro colore tingatur, videmus hunc colorem „ aquæ exeunti non statim communicari, quod „ tamen eveniret, si effluentes particulæ a suprema liquidi altitudine descendissent. Sed „ legendus Levchi, qui postquam omnes circa „ hoc phænomenon sententias confutavit, concludit ab experientia quidem, non a ratione „ de eodem certos non esse. “

740. *Coroll. I.* Si vas cyllindricum aperto in fundo lumine depleatur, spatia æqualibus temporibus a fluido percursa decrescunt ut numeri impares. Nam decrescente fluidi altitudine decrescunt velocitates, suntque eorum decrementa singulis tempusculis æqualia, ergo decrescent spatia, ut numeri impares: sicuti si solidum sursum projiciatur, fit ex æqualibus velocitatis decrementis, ut ejus motus sit uniformiter retardatus, ac spatia decrescant secundum numeros impares ordine retrogado (n. 513).

741. *Coroll. II.* Sicuti, si solidum sursum projectum ea velocitate, quam primo momento aquisivit, sursum æquabiliter ascenderet, percurreret spatium duplum ejus, quod motu retardato describit (n. 513): ita si fluidum in vasis depletione velocitatem primo acquisitam constanter retineret, conficeret spatium duplum ejus, quod motu retardato infra idem tempus percurrit, propterea in vase constanter pleno, cæteris paribus, exiet duplum fluidum, quo tem-

tempore aliud æquale vas motu retardato depletur.

PROPOSITIO II. *E duobus tubis constanter plenis, habentibus æqualem altitudinem, & æqualia lumina exibunt paribus temporibus æquales fluidi quantitates.*

Probatur. Nam celeritas utrobique æqualis est, cum altitudines supponantur æquales (*n.* 733) item portionem fluidi singulis temporibus exeuntes æquales sunt, cum lumina sint æqualia, ergo æquales erunt quantitates fluidi paribus temporibus exeuntes.

743. *Coroll. I.* Ubi lumina fuerint inæqualia, altitudines autem æquales in vasis constanter plenis, liquorum quantitates exeuntes pari tempore erunt ut ipsa lumina. Nam si concipiamus majus lumen in tot exigua lumina æqualia minori lumini alterius vasis divisum, exient per singula pari tempore fluidi quantitates æquales fluido exeunti per minus lumen alterius vasis (*num.* 742), ergo quantitates fluidi pari tempore e majori lumine exeuntes simul sumptæ erunt ad quantitatem profluentem e lumine alteriuus vasis, ut totum lumen majus ad lumen minus.

744. *Coroll. II.* In vasis ejusdem altitudinis, & amplitudinis depletionum tempora sunt inverse ut foramina. Nam liquores effluentes sunt directe ut foramina (*num.* 744): sunt autem in hisce vasis pares fluidi quantitates, ergo citius replebuntur, quæ majus foramen habent, ergo tempora depletionum erunt inverse, ut foramina. Si vero amplitudines forent inæquales, essent depletionum tempora in ratione composita ex directa basium, & inversa foraminum: cujus rei demonstratio similis est præcedenti (*num.* 743).

745. *Corollarium III.* Si vasa habuerint æqualia lumina, inæquales autem altitudines, ac fue-

tint constanter plena, quantitates fluidorum exeuntium pari tempore erunt inter se in ratione celeritatum, adeoque ut radices altitudinum (*num.* 738). Nam quantitates pari tempore effluentes sunt ut spatia percursa, sunt enim in hypothesi fluida ut cylindri ejusdem basis, sed diversæ longitudinis, quæ longitudines exprimunt spatia percursa: sed, quoniam hic ratio habetur instantanei motus per lumen, qui pro æquabili haberi potest, celeritates sunt ut spatia (*num.* 181), ergo quantitates pari tempore exeuntes erunt ut velocitates, adeoque ut radices altitudinum (*n.* 738).

746. *Coroll. IV.* In hac hypothesi depletionum tempora erunt ut radices altitudinum; sive ut celeritates, si vasa habuerint eamdem amplitudinem.

747. *Corol. V.* Si duo tubi constanter pleni habuerint altitudines, ac foramina inæqualia, erunt quantitates liquorum exeuntium pari tempore in ratione composita ex simplici luminum, & subduplicata altitudinis. Id clare sequitur ex Corollariis I, III.

748. *Corol. VI.* Tempora evacuationum in duobus tubis diversæ altitudinis, amplitudinis, & foraminis sunt in ratione directa basium, inversa foraminum, & subduplicata altitudinum, uti ex propositis Corollariis manifesto eruitur.

749. *Corol. VII.* In tubis ejusdem altitudinis & luminis quantitates liquorum effluentium sunt ut tempora: nam, ubi cætera paria sunt, evidens est majores e luminibus exire fluidi quantitates pro majori tempore.

750. *Corol. VIII.* Sunt igitur quantitates effluentes in ratione composita temporis, luminum & velocitatum.

„ 751. Scholion. Ex fluidorum pressione late-
„ rali caussam desumpsit Sendrinus, cur fluida
„ exeuntia per tubum lumini applicatum majo-
„ rem habeant velocitatem. Cum enim vis, qua
„ particulæ fluidi ad latera urgentur oblique
„ motibus premat particulas in foramen con-
fluen-

„ fluentes, ac convergentes, utque a recto de„ scensu detorquet perpendicularem foramini „ columnam, ut patet ex contractione venæ exi„ lientis, cujus diameter intra lumen est ad „ ejus diametrum 5 $\frac{1}{2}$ ad 6$\frac{1}{2}$ quam proxime, ut „ observavit. Nevvtonus, hinc fit, ut exeuntis „ fluidi velocitas nonnihil imminuatur. At ap„ plicato foramini tubo, applicati tubi latera „ determinant aquam ad descensum juxta per„ pendicularem directionem, adeoque ejus velo„ citas non impedita a laterali pressione fit ma„ jor. Rectius tamen observat Wolphius, ap„ plicato foramini tubo, altitudinem aquæ in„ cumbentis, & egressum ab orificio tubi pro„ xime urgentis majorem esse, adeoque motum „ magis accelerari pro majori applicati tubi lon„ gitudine. Hinc enim explicabimus Mariotti „ experimentum, qui lumini trium linearum „ vasis comprehendentis unum aquæ cubicum pe„ dem applicavit tubum sex pedes longum, & „ latum unum pollicem: tum observavit vas „ secundis 37 depleri. Secto in medietate tu„ bo evacuatum fuit vas secundis 45, ablato „ prorsus tubo secundis 95.

„ Supradictis non obstant quædam contraria „ experimenta, puta illud Mariotti de duobus „ æqualibus tubis pertusis luminibus inæqualis „ diametri e quibus quantitates effluentes non „ fuerunt in ratione luminum: nam ex lumine „ subquadruplo altero, plusquam quarta eodem „ tempore exivit liquoris quantitas. Item alia „ ejusdem Mariotti, Poleni, & Papini pericu„ la, e quibus edocemur quantitates liquorum „ ex iisdem luminibus effluentes pari tempore „ varias esse.

„ Nam, ut inquit Wolphius, Hydrostatici „ in suis demonstrationibus abstrahunt ab om„ nibus obstaculis accidentalibus, quæ irregula„ ritatem inducere solent, quorum præcipua hæc „ sunt. Primum ubi foramina vasorum sint ad„ modum ampla, ingens cavitas incumbens fo„ ramini non subito impletur; hinc minor fit

„ columnæ descendentis altitudo, ac consequenter minor celeritas. Secundo: varius impetus, quo fluidum vasi infunditur, ut maneat constanter plenum, diversam affluenti liquido velocitatem communicabit. Tertio: diversa liquorum cohæsio potest velocitatem fluidi vel retardare, vel accelerare, quatenus liquor exiens insequentem magis trahat, vel ab ipso retardetur. Quarto irregularitatem inducit varius attritus, quem impingendo in foraminis latera fluidi particulæ patiuntur. Quinto, pressio lateralis partium adjacentium obliqua directione perpendicularem columnam determinans ejus velocitatem turbabit. Sexto tandem, ut ait Gravessandus in ipsa mensura velocitatis error potest irrepere. Nam fluidum exiens circa foraminis latera ex attritu retardatur, non sic autem fluidum e foraminis centro prosiliens. His tamen omnibus non obstantibus si Mariotti, Guglielmini, & Poleni pericula invicem conferantur, elucebit mira, & constans naturæ lex, juxta quam celeritates liquorum effluentium sunt ut radix altitudinis."

PROPOSITIO III. *Si aqua in tubo KE (fig. 72) descendens per lumen G verticale prosiliat, ad eam ascendet altitudinem, ad quam libella aquæ LN in vase ABCD consistit.*

552. *Probatur.* Namque aqua descendens per altitudinem NE acquirit celeritatem subduplicatam altitudinis (*num.* 277), quam acquireret solidum per eamdem altitudinem decidens: at solidum ex data altitudine decidens eam obtinet vim, ut mutata directione possit ad eamdem altitudinem ascendere, ergo etiam aqua per altitudinem NE descendens eam habebit vim, qua possit per lumen G ad libellam LN ascendere.

752. *Scholion. Experientia constat aquam ad minorem ascendere altitudinem, quam exigat libella aquæ*

in vase consistentis: id autem fit ob impedimenta, quæ offendit aqua ex attritu in vasis latera, tum etiam ex aeris resistentia, & ex affrictu in tubi. Quibus impedimentis quomodo sit occurrendum docuerunt Hydraulici quos inter legendus Mariottus (Traité du mouvement des eaux part 4).

PROPOSITIO IV. *Jactus liquorum horizontaliter, vel oblique salientium fiunt per curvam parabolicam: atque eorum longitudines sunt in ratione subduplicata altitudinum, ad quas supra lumina consistit liquoris libella.*

754. Prima propositionis pars ex iis descendit, quæ de motu gravium solidorum, sive horizontaliter, sive oblique projectorum demonstravimus supra (*n.*500). Etenim saliens liquor in hoc casu duplici sollicitatur vi: scilicet vi impressa a columna superincumbente, quæ ipsum æquabiliter propellit (de vase enim loquor constanter pleno) per lineam horizontalem, & vi gravitatis; qua ad lineam horizonti perpendicularem motu uniformiter accelerato cietur, adeoque curvam parabolicam describere debet (*n.* 360).

755. Altera propositionis pars fit etiam ex dictis manifesta. Siquidem si liquor solo impetu superincumbentis columnæ sollicitaretur ad motum, percurreret lineam horizontalem eo ipso tempore, quo duplici actus vi parabolam describit (*n.* 360): ergo cum ex illis viribus secundum horizontalem directionem aqua moveatur æquabiliter, spatia æquali tempore percurrenda, nempe recta horizontalis, quæ dat jactus longitudinem, erunt ut celeritates, quibus liquor erumpit e lumine (*n.* 282): atqui illæ celeritates sunt in ratione subduplicata altitudinum (*n.* 738): ergo jactuum quoque longitudines erunt in subduplicata ratione altitudinum, ad quas supra lumina consistit liquorum libella.

PROPOSITIO V. *Particularum aquæ per flumen decurrentium velocitates sunt ut radices quadratæ altitudinum e loco, in quo versantur, ad superficiem aquæ in origine fluminis contentæ.*

756. Propositio explicatione magis, quam probatione indiget. Scilicet aquæ particulæ per flumen decurrentes, moventur per planum inclinatum, cujus longitudo est fundus, altitudo vero est normalis ducta a quacumque aquæ particula ad planum horizontale, quod transeat per superficiem aquæ in receptaculo, sive in origine fluminis positæ: ergo celeritas, quam aquæ particula per hanc perpendicularem cadendo acquireret dat ipsius velocitatem per fluminis alveum, cum celeritates acquisitæ ab eodem copore per plani altitudinem, & longitudinem sint inter se æquales (*n.* 538). Est autem hæc celeritas ut radix altitudinis (*num.* 510): ergo particularum aquæ per flumen decurrentium velocitates sunt ut radices quadratæ altitudinum e loco in quo versantur ad superficiem aquæ in origine fluminis contentæ.

757. *Corol. I.* Celeritates aquearum particularum sunt minores, quo magis ad fluminis superficiem accedunt, adeoque aqua fluminis inferior movetur celerius superiori, nisi a fundi asperitate, & resistentia retardetur, quæ impedimenta cum locum non habeant respectu aquæ superioris, propterea fit, ut media fluminis aqua maximam obtineat velocitatem.

758. *Corol. II.* Pro majori fluminum intumescentia major est aquæ velocitas; quandoquidem altior aqua majorem in subjectas particulas pressionem exerit, quæ celerius protrusæ naturali tenacitate superioribus adhærentes, secum abripiunt.

759. *Sholion. Pluribus aliis de caussis augeri potest fluminum velocitas: scilicet ex aquarum altitudine, ex fundorum inclinatione, ex alveorum restricta latitudine, ex ventorum extrinseco impetu,*

ex

ex repentino torrentium, ac pluviarum lapsu, ac tandem ex præconceptis viribus motricibus. Cum autem hæ caussæ nunc conspirent, nunc solitarie agant, propterea idem flumen variis subjacet celeritatum mutationibus.

760. *Coroll. III.* In determinanda aquæ copia, quæ per datam fluminis sectionem dato tempore transit, non sufficit observare sectionis latitudinem, & profunditatem, sed notanda sedulo est aquarum celeritas. Nam ubi cetera sint paria, quantitates liquorum exeuntium sunt in ratione celeritatum (*n.* 745). Hinc fieri potest, ut per eamdem fluminis sectionem major, vel minor aquarum copia pari tempore transmittatur prout scilicet diversa est ipsarum velocitas.

761. *Scholion.* „ Fluminis velocitas determinatur ope solidi in flumine immersi habentis eamdem cum aqua specificam gravitatem, hujus enim velocitas dat fluminis velocitatem. Quantitas vero aquæ fluentis dato tempore dignoscitur, si flumen sistatur repagulo, cui aptata fuerit cataracta rectangularis sursum mobilis; si enim postquam ad certam altitudinem intumuerit aqua elevetur cataracta ut flumen desinat intumescere, cum non possit ad eam altitudinem permanere, quin quantitas aquæ effluentis affluenti sit æqualis, jam ex quantitate aquæ e cataracta inter datum tempus effluentis habebitur quantitas aquæ fluentis dato tempore. „

762. *Coroll. IV.* Cum flumen aliquod in alterius alveum influit, non auget dimensiones recipientis proportionaliter ad dimensiones, quas influens habebat. Etenim pro aquarum aucta copia augetur & velocitas (*n.* 757, 758), propterea vel nullum omnino, vel admodum tenue fit dimensionum incrementum in recipiente. Hinc intelliges, cur in ramo Padi prope Venetias eadem sensibiliter dimensio perseveret etiam postquam in ipsum influit Panatus.

763. *Scholion.* „ Sunt & aliæ caussæ, quibus fit ut in fluviorum unione augeatur aquarum

velocitas. Primo enim, si aquam supponas per duos alveos effluentem, retardatur ipsius velocitas a quatuor riparum attritu, & irregulari in ipsas incursu, quæ resistentia multo minor evadit, si intra unum, eumdemque alveum aqua excurrat. Secundo, flumina unita profundiorem sibi excavant alveum ratione majoris vis in fundum, adeoque crescente fluminis altitudine crescere debet & aquarum velocitas (n. 757). At de his legendi Hydraulici: nobis enim hæc attigisse plusquam satis. "

Finis Tomi secundi.

I N-

INDEX
SECUNDÆ PARTIS.

CAPUT I.

CAPUT II.

CAPUT III.

Pro-

CAPUT IV.

CA-

CAPUT V.

CAPUT VI.

PHYSICÆ GENERALIS

Pars Altera.

CAPUT I.

CAPUT II.

CAPUT III.

Pro-

CAPUT IV.

CAPUT V.

CAPUT VI.

CAPUT VII.

Caus-

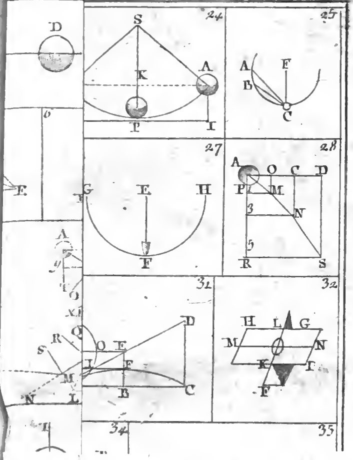
CAPUT VIII.

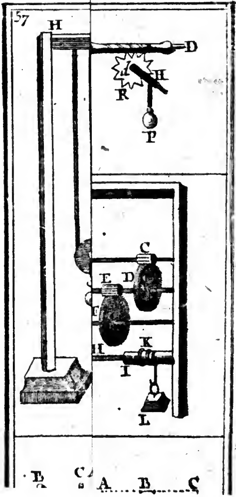
CAPUT IX.

§. I.

CAPUT X.

CAPUT XI.


24
S
K
A
P
I
25
A
F
B
C
27
G
E
H
F
28
A
O
C
D
P
M
N
R
S
31
D
O
E
I
F
M
B
C
N
L
Q
R
S
32
H
L
G
M
N
K
I
F
34
35


57
H
D
d
H
R
P
C
E
D
H
K
I
L
B
C
A
B
C

